UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

INSTITUTO DE QUÍMICA

Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Bioquímica)

ANDREZA COSTA SCATIGNO

Ensino de Bioquímica no curso de Nutrição em uma Instituição de Ensino Superior da rede particular: diagnósticos e intervenções

São Paulo

Data do Depósito na SPG: 14/02/2011

ANDREZA COSTA SCATIGNO

Ensino de Bioquímica no curso de Nutrição em uma Instituição de Ensino Superior da rede particular: diagnósticos e intervenções

Tese corrigida pela autora, apresentada ao Instituto de Química da Universidade de São Paulo para obtenção do Título de Doutor em Ciências (Bioquímica).

Orientador: Prof. Dr. Bayardo Baptista Torres

São Paulo

2011

Andreza Costa Scatigno

Ensino de Bioquímica no curso de Nutrição em uma Instituição de Ensino Superior da rede particular: diagnósticos e intervenções

Tese apresentada ao Instituto de Química da Universidade de São Paulo para obtenção do Título de Doutor em Ciências (Bioquímica).

Aprovado em: _____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Dedico este trabalho ao meu marido, Igor, e ao meu filho, Davi (a caminho), que são os amores da minha vida, o meu porto seguro.

Também dedico à minha linda família: minha mãe, Nely, meu pai, Victor, minha avó, Maria, meu irmão, Danilo, minha irmã, Daniela e meus afilhados: Laura, Arthur e Natália, que são minha base, meus amores.

AGRADECIMENTO(S)

Em especial ao meu orientador, Bayardo Baptista Torres, por me ensinar e me orientar de forma tão atenciosa e dedicada, por me ajudar a evoluir como aluna e como professora. Obrigada Bayardo!

Aos meus colegas do laboratório de ensino de Bioquímica, André, Paulo, Montagna e Israel.

À minha amiga Luciana, Pedrinha, por ter sido sempre minha amiga, desde a época da faculdade.

À Profª Drª Maria Lucia Vital dos Santos Abib, por sua dedicação ao ministrar a disciplina Formação de Professores de Ciências.

À Profª Drª Myriam Krasilchik, pelos ensinamentos na disciplina de Metodologia do Ensino Superior.

Ao Instituto de Química da Universidade de São Paulo, pelo investimento acadêmico na minha formação.

“O fundamental é que professores e alunos tenham uma postura dialógica, aberta, curiosa, indagadora e não passiva, enquanto falam e ouvem” (Freire, 2003).

RESUMO

Scatigno, A.C. **Ensino de Bioquímica no curso de Nutrição em uma Instituição de Ensino Superior da rede particular: diagnósticos e intervenções.** 2011. 134p. Tese - Programa de Pós-Graduação em Ciências (Bioquímica). Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Nos últimos anos, tem-se observado nas instituições de ensino superior, públicas e particulares, uma grande dificuldade dos alunos da área da saúde na aprendizagem de Bioquímica. Este problema deve-se principalmente ao uso da abstração para descrever fenômenos que acontecem em nível molecular, além da exigência de conhecimentos básicos de química. Portanto, para tornar a disciplina de Bioquímica efetiva na formação dos nutricionistas é necessário adotar medidas focadas nas principais dificuldades dos alunos.

É muito importante ressaltar a necessidade de uma análise do ensino de Bioquímica no curso de Nutrição de uma Instituição de Ensino Superior da rede particular, pois sua contribuição para a formação profissional é, quantitativamente, superior às públicas. Contudo, as reais condições de ensino/aprendizado vigentes têm sido pouco estudadas, do ponto de vista acadêmico.

A presente pesquisa identificou as principais dificuldades dos alunos no aprendizado de Bioquímica e propôs alternativas para seu aprimoramento, usando como modelo de estudo a disciplina de Bioquímica no curso de Nutrição em uma Instituição de Ensino Superior da rede particular.

Durante a pesquisa, foi traçado um perfil da instituição e dos estudantes, foram realizados questionários e testes, para investigar as principais dificuldades no aprendizado de Bioquímica.

Concluímos que os alunos têm grande dificuldade com as representações simbólicas, problemas em compreender palavras novas, interpretar textos e gráficos.

Então, foram realizados exercícios direcionados à melhora da compreensão das representações simbólicas, interpretações de textos e gráficos e a cada palavra nova o seu significado era explicado. Diante da necessidade de compreensão de um conceito químico, o assunto era abordado. Também foram realizadas provas em grupo, para que os alunos tivessem a oportunidade de discutir de forma ativa os problemas apresentados.

Para avaliar a eficácia das intervenções foram realizados os mesmos testes usados para diagnosticar o problema. No teste realizado para avaliar o entendimento das representações simbólicas (literacia visual), os alunos acertaram grande parte das questões. Apresentaram considerável evolução nos testes de interpretação de gráficos e de palavras novas. Comparando os depoimentos antes e depois das intervenções pudemos identificar uma maior satisfação no aprendizado por parte do aluno.

Podemos concluir que, dentro da realidade apresentada, foi possível aprimorar de forma considerável o aprendizado da disciplina de Bioquímica, que é de suma importância para a formação dos futuros nutricionistas.

Palavras-chave: Ensino de Bioquímica, Nutrição, Literacia visual, Provas em grupo, Alternativas para o ensino de Bioquímica, rede particular de ensino superior

ABSTRACT

Scatigno, A.C. Teaching of Biochemistry in the Nutrition course in a Private Higher Education Institution: diagnostics and interventions. 2011. 134p. PhD Thesis - Graduate Program in Biochemistry. Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo.

In recent years, it has been observed that life science students in both private and public universities have great difficulties in learning biochemistry. This problem is due mostly to the lack of abstract thought, required for understanding phenomena at the molecular level, accompanied by lack of basic chemistry knowledge. Therefore to improve the effectiveness of biochemistry teaching it is necessary to adopt measures that address the main students' difficulties

The analysis of biochemistry teaching in the Nutrition course of a private university is considered essential given that their student output is superior to public universities'. Despite of this, academic research on the actual teaching & learning conditions in private universities is limited.

The current research used the teaching of biochemistry to Nutrition students of a private university as a case study. Profiles of the institution and students were drawn and questionnaires and tests carried out to investigate the main difficulties faced by students.

We concluded that students have great difficulty in understanding symbolic representations, have problems in understanding new vocabulary and interpreting texts and graphs.

Therefore, students were subjected to exercises aimed at developing the understanding of symbolic representations and text and graphics interpretation, with the meaning of each new word explained. Chemistry concepts were discussed as required. Assessments were held in small groups, to provide students the opportunity to actively discuss the issues being presented.

To evaluate the effectiveness of these interventions the students were subjected to the same tests used to evaluate their difficulties . The visual literacy test showed considerable improvements in graphs interpretation and new vocabulary. A comparison of before and after evaluation sheets pointed that students were more satisfied with the learning experience following the interventions. Therefore we conclude that it was possible to significantly improve biochemistry learning, paramount to a Nutritionist's training.

Keywords: Biochemistry teaching, Nutrition, Visual literacy, Evidence in group, Alternatives for the teaching of biochemistry, Particular network of higher education

SUMÁRIO

1. Introdução 13

1.1 A docência no Ensino Superior 16

1.2 Aprendizagem Significativa 18

1.2.1 Aprendizado ativo 20

1.2.2 Aprendizado colaborativo e cooperativo 21

1.2.3 Aprendizado baseado em problemas (problem based learning - PBL) 21

1.3 Literacia visual 23

1.4 Pontos importantes para o Ensino Superior 28

2. Objetivos 31

1.1 Objetivos Específicos 32

3. Procedimentos e Métodos 33

3.1 Perfil do aluno e da Instituição de Ensino 34

3.2 Testes diagnósticos 35

3.2.1 Questionários 35

3.2.2 Teste de literacia visual 35

3.2.3 Teste de interpretação de texto e significado das palavras 36

3.2.4 Teste de interpretação de gráficos 36

3.3 Intervenções 37

3.3.1 Conceitos químicos 37

3.3.2 Estrutura proteica – uma atividade com clipes 37

3.3.3 Literacia visual 39

3.3.4 Interpretação de texto 40

3.3.5 Significado das palavras 40

3.3.6 Interpretação de gráficos 41

3.3.7 Provas em grupo 41

3.3.8 Questões ao fim de cada aula 41

3.3.9 Questionário avaliativo final 42

4. Resultados 43

4.1 Perfil do aluno e da Instituição de Ensino 44

4.1.1 Perfil do aluno 44

4.1.2 Perfil da instituição de ensino 45

4.2 Testes diagnósticos 51

4.2.1 Questionários 51

4.2.2 Teste de literacia visual 55

4.2.3 Teste de interpretação de texto e significado das palavras 56

4.2.4 Teste de interpretação de gráficos 57

4.3 Intervenções 59

4.3.1 Conceitos químicos 59

4.3.2 Estrutura proteica – uma atividade com clipes 60

4.3.3 Literacia visual 65

4.3.4 Interpretação de texto 66

4.3.5 Significado das palavras 68

4.3.6 Interpretação de gráficos.....69

4.3.8 Questões ao fim de cada aula.....71

4.3.9 Questionário avaliativo final 71

4.4 Análise comparativa das respostas as questões discursivas 75

5. Discussão 79

6. Conclusões.....83

7. Referências Bibliográficas 85

8. Apêndices.....92

Apêndice A 93

Apêndice B 94

Apêndice C.....95

Apêndice D.....96

Apêndice E 97

Apêndice F 98

Apêndice G.....101

Apêndice H.....103

Apêndice I 106

Apêndice J.....107

Apêndice K 108

Apêndice L.....109

Apêndice M.....111

Apêndice N.....113

Apêndice O.....114

9. Anexos.....115

Anexo 1 116

Anexo 2 122

Anexo 3 128

SÚMULA CURRICULAR 131

1. INTRODUÇÃO

Nas Instituições de Ensino Superior, públicas e particulares, há uma grande dificuldade dos alunos da área da saúde na aprendizagem da disciplina de Bioquímica. Principalmente pelo fato de que a Bioquímica usa muito a abstração para descrever os fenômenos que acontecem em nível molecular e exige conhecimentos básicos de química. Sendo a Bioquímica uma disciplina fundamental para a área da saúde, incluindo o curso de Nutrição, é necessário um estudo detalhado das causas deste problema e propostas de intervenções.

Os estudantes da disciplina de Bioquímica a definem como uma coleção de estruturas químicas e reações, com dificuldade de assimilação e desintegrada de sua prática profissional (Vargas, 2001). Na estrutura instrumental dos currículos vigentes, o reconhecimento da importância das disciplinas básicas ocorre tardiamente, quando os conceitos que exploram são necessários para o prosseguimento do curso ou do exercício profissional. Como este reconhecimento ocorre muito depois de cursada a disciplina, os benefícios que ela poderia trazer para a formação profissional já estão, há muito, comprometidos.

Para tornar a disciplina de Bioquímica mais efetiva na formação dos nutricionistas é, portanto, necessário estudar as principais causas do problema (diagnosticar), analisando com cuidado as principais dificuldades dos alunos e propor alternativas de atividades (intervenções) para a melhoria do aprendizado da disciplina. Esse foi o propósito desta pesquisa.

É muito importante ressaltar a necessidade desse estudo no curso de Nutrição de uma Instituição de Ensino Superior da rede particular, pois a contribuição quantitativa dessas escolas para a formação profissional é mais significativa do que a das escolas públicas.

Segundo o *site* do Ministério da Educação (MEC) http://emec.mec.gov.br/, acessado no dia 14/01/2011, existem 311 Instituições de Ensino Superior (IES) no Brasil cadastradas e que oferecem o curso de Nutrição, sendo 252 particulares (81%) e 59 públicas. No Estado de São Paulo, são 72 IES cadastradas no MEC que oferecem o curso de Nutrição, sendo 62 particulares (86%) e 10 públicas. E na Capital de São Paulo, são 17 IES cadastradas sendo 16 particulares (94%) e 1 pública.

No entanto, as reais condições de ensino/aprendizado vigentes nestas Instituições têm sido pouco estudadas, do ponto de vista acadêmico. Muitas questões estão sem respostas: Qual a liberdade do professor para ministrar sua disciplina? Quais são as possibilidades de avaliações que podem ser aplicadas pelos professores? Quantos alunos têm, em média, por sala de aula? Quantas horas semanais estão disponíveis para o professor ministrar disciplina de Bioquímica? O professor deve seguir alguma ementa ou conteúdo programático? Quais são as regras da instituição? Como é dividida a disciplina de Bioquímica? Qual a relação candidato/vaga e a forma de ingresso? Existem pré-requisitos? E principalmente: É possível realizar alguma intervenção que melhore o aprendizado da Bioquímica nestas condições, nesta realidade de ensino?

Levantadas a maior parte possível de respostas a estas perguntas, este projeto propôs uma intervenção na disciplina, destinada a melhorar o rendimento dos alunos e aprimorar sua formação acadêmica, usando como modelo de estudo uma disciplina de Bioquímica em uma Instituição de Ensino Superior da rede particular. A forma metodológica de análise foi a de um estudo de caso (Ludke, André, 1986). Espera-se, com os resultados obtidos neste estudo, oferecer aos

professores alternativas de intervenções que possam ser aplicadas a outras disciplinas e a outras instituições.

1.1 A docência no Ensino Superior

A docência no Ensino Superior é um desafio, pois nem sempre o professor está disposto a partilhar com os alunos o processo educativo. É fundamental que o professor participe do processo de repensar a construção do conhecimento, numa perspectiva construtivista, na qual a mediação e a interação são essenciais para que ocorra aprendizagem. Contudo, a mudança na prática pedagógica não deve acontecer de forma violenta para o professor, nem para o aluno. A opção construtivista deve ser feita de forma consciente, pensada e, sobretudo, preparada para não tirar do professor a alegria de ensinar (Debald, 2003).

Está na hora de repensarmos a prática pedagógica universitária para que os futuros profissionais não sejam rotulados como “geração cópia”, que cursou a faculdade reproduzindo o saber existente, sem acrescentar nada de novo. Uma proposta construtivista para o ensino superior consiste em educar para a autonomia, para a descoberta, utilizando-se da pesquisa como um meio de aprofundar e ressignificar os conhecimentos.

O maior desafio do professor no Ensino Superior é fazer com que o aluno tenha uma participação efetiva nas discussões de sala de aula. Em muitos casos, percebe-se que a dificuldade não está no conteúdo, mas no aspecto metodológico, ou seja, o professor tem domínio sobre a temática, mas não consegue encontrar uma forma adequada de abordá-la, possibilitando a aprendizagem.

O professor universitário deve ser um agente mediador deste processo (Vygotsky, 1988), propondo desafios aos seus alunos e ajudando-os a resolvê-los,

ou proporcionando atividades em grupo, em que aqueles que estiverem mais adiantados possam cooperar com os que tiverem mais dificuldades.

Assim, fortalece-se a ideia de que a interação entre os colegas, mediada pelo professor, pode contribuir para uma situação de aprendizagem mais segura e duradoura, além de contribuir para uma construção autônoma.

A relação professor-aluno também é importante para o processo de aprendizagem, pois estabelece uma ligação e um comprometimento com a construção do conhecimento. Assim, o professor deve assumir uma posição de orientador das atividades que permitirão ao aluno aprender, além de ser um motivador e incentivador do desenvolvimento acadêmico de sua turma.

É o professor, com sua capacidade de incentivador, que irá estimular o trabalho em equipe, buscará soluções para os problemas de forma conjunta. Masetto (2001) reforça esta linha de pensamento ao afirmar que o professor que é um motivador, faz com que seus alunos realizem suas pesquisas e seus relatórios, criando uma relação positiva entre aluno e professor.

Então, pode-se afirmar que boa parte das mudanças deve partir do professor e, aos poucos, compartilhando uma nova prática pedagógica com seus alunos. Assim, estarão abertas as possibilidades de inovações e avanços na prática docente universitária.

Para tanto, um dos requisitos é aproximar o conteúdo da vivência dos alunos, envolvendo-os e comprometendo-os com a disciplina. O professor universitário que quer mudar sua prática na sala de aula encontra-se numa zona de transição de paradigmas, pois fica em dúvida quanto a mudar sua ação metodológica ou continuar no seu modelo tradicional. Cunha (1998) reforça esta concepção de ensino, ao afirmar que na vida universitária muitos estão apostando na mudança das

velhas práticas, buscando um ensino que privilegie a produção do conhecimento por parte dos alunos, o que implica pensar num ensino criativo. Desta forma, trabalhar na perspectiva da produção do conhecimento parece ser uma forma de mobilizar os elementos da criatividade, contribuindo para mudanças significativas na docência universitária.

A mudança na docência universitária ocorrerá quando o professor se der conta de que não basta apenas ter domínio sobre o conteúdo, mas, sobretudo deverá contribuir para uma situação de aprendizagem.

Assim, pode-se afirmar que a docência universitária está num período de transição e este processo de mudança não será homogêneo, sendo que continuarão existindo professores que não querem mudar, pois sua situação é cômoda, atribuindo o fracasso do ensino como uma decorrência do despreparo do aluno. Por outro lado, muitos docentes universitários deram-se conta que os tempos são outros e inovar é preciso (Debald, 2003).

O comprometimento dos alunos e dos professores na construção do conhecimento afastará atitudes que não fazem parte de um processo de ensino construtivista, bem como: transmissão de conhecimentos, passividade, omissão, desinteresse e reprodução. Em contrapartida, valorizar-se-á a pesquisa, a análise, a produção, a criação, a leitura e o aprofundamento nas discussões propostas (Debald, 2003).

1.2 Aprendizagem Significativa

As pessoas constroem os seus conhecimentos a partir de uma intenção deliberada de fazer articulações entre o que conhecem e a nova informação que pretendem absorver (Moreira, Masini, 1982). Esse tipo de estruturação cognitiva se dá ao longo de toda a vida, através de uma sequência de eventos, única para cada

pessoa e desse modo se configura como um processo idiossincrático. Atualmente, esse entendimento de como se constrói a estrutura cognitiva humana chama-se construtivismo (Moreira, 1983).

Os grandes precursores do construtivismo foram Jean Piaget (1998) e Lev Vygotsky (1991), que iniciaram os seus trabalhos na década de vinte do século passado. Com as dificuldades da teoria comportamentalista de Skinner (1975) em dar conta das especificidades da aprendizagem humana, as ideias construtivistas passaram a ser utilizadas com maior ênfase na década de sessenta, quando David Ausubel propôs a Teoria da aprendizagem significativa, onde enfatiza a aprendizagem de significados a partir de um conceito pré-existente. Ele faz a distinção entre aprendizagem significativa e a aprendizagem mecânica (Ausubel, 1960).

A aprendizagem significativa ocorre quando um aprendiz possibilita a interação de um novo conteúdo com sua estrutura cognitiva e nesse processo esse conteúdo adquire significado psicológico. Entretanto, pode não ocorrer essa incorporação ou acontecer um número menor de interações. Neste caso, a aprendizagem é mecânica, uma vez que o novo conteúdo passa a ser armazenado isoladamente ou por meio de associações arbitrárias na estrutura cognitiva (Ausubel *et al*, 1980).

Então, para que o aluno possa aprender significativamente o material instrucional, é necessário haver em sua estrutura cognitiva um conjunto de conceitos relevantes que possibilitem a sua conexão com a nova informação a ser aprendida. Ao conjunto destes conceitos básicos é dado nome de subsunçor, originado da palavra *subsumer*. Um subsunçor é, portanto, um conceito, ideia, ou proposição já existente na estrutura cognitiva do aluno, capaz de servir de “ancoradouro” para uma

nova informação de modo que ela adquira assim um significado para o indivíduo (Monteiro *et al*, 2006).

Por fim, a atitude do aluno é de crucial importância para o processo de aprendizagem significativa. O aluno deve manifestar um esforço e disposição para relacionar de maneira não arbitrária o novo material potencialmente significativo a sua estrutura cognitiva. Significando que não importa o quanto o material seja potencialmente significativo, se o aluno apenas tiver interesse de “decorar” a nova informação não haverá a aprendizagem significativa do material. Quando contamos com o interesse do aluno podemos ter uma aprendizagem receptiva significativa em sala de aula convencional onde se usam recursos tradicionais tais como giz e quadro-negro, quando existirem condições do aprendiz transformar significados lógicos de determinado conteúdo potencialmente significativo, em significados psicológicos (Tavares, 2005).

Quando não há subsunçores adequados para aquisição de determinado conhecimento, Ausubel *et al* (1980) sugere que se utilize a chamada aprendizagem mecânica, a partir desse conteúdo seria possível “ancorar” as novas informações estruturadas no conhecimento aprendido anteriormente. Entretanto, a utilização de organizadores prévios (Torres, 1993) seria uma alternativa quando não existem subsunçores adequados. Segundo Ausubel *et al* (1980), “A principal função do organizador prévio é servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele precisa saber para que possa aprender significativamente a tarefa com que se depara”.

1.2.1 Aprendizado ativo

Aprendizado ativo exige que estudantes façam atividades de aprendizagem significativas e pensem em como fazê-las. Enquanto essa definição inclui atividades

tradicionais como lição de casa, na prática o aprendizado ativo se refere a atividades introduzidas em sala de aula. Os elementos essenciais são a atividade do estudante e seu comprometimento no processo de aprendizagem. Aprendizado ativo é frequentemente contrastado com a aula tradicional, onde estudantes recebem informação de forma passiva do professor (Michael, 2006).

1.2.2 Aprendizado colaborativo e cooperativo

Aprendizado colaborativo pode referir-se a qualquer método instrutivo no qual estudantes trabalham juntos em pequenos grupos com o mesmo objetivo, por exemplo, prova em grupo. Neste aprendizado dá-se ênfase à interação entre os estudantes ao invés do aprendizado como uma atividade solitária.

Aprendizado cooperativo pode ser definido como uma forma estruturada de trabalho em grupo, onde os estudantes buscam objetivos comuns enquanto são avaliados individualmente. O modelo mais comum de aprendizado cooperativo achado na literatura é o de Johnson *et al* (1986). Este modelo incorpora cinco princípios: responsabilidade individual, interdependência mútua, promoção da interação face a face, prática apropriada de habilidade interpessoal e auto-avaliação regular de sua função no grupo. Enquanto existem diferentes modelos de aprendizado cooperativo, o elemento essencial em comum é o foco no incentivo cooperativo, para promover o aprendizado ao invés da competição (Michael, 2004).

1.2.3 Aprendizado baseado em problemas (problem based learning - PBL)

Aprendizado baseado em problemas é um método instrutivo onde os problemas relevantes são introduzidos no início do ciclo de instruções e usados para fornecer contexto e motivação para o aprendizado que se segue. Este é sempre

ativo e geralmente colaborativo e cooperativo. O PBL envolve quantidade significativa de aprendizado auto-dirigido por parte dos estudantes (Rivarola, 2000).

Alguns estudos baseados em PBL com estudantes de medicina sugerem que a *performance* clínica é levemente melhorada enquanto a *performance* em exames “padrões”, como provas tradicionais, diminui levemente (Crouch, Mazur, 2001 e Correa *et al*, 2003). Em casos como este, se uma abordagem funciona é uma questão de interpretação e ambos, proponentes e detratores, podem confortavelmente manter diferentes visões.

Outro problema significativo com avaliações é que vários resultados relevantes de aprendizado são simplesmente difíceis de serem avaliados. Então, informações desses resultados estão menos disponíveis do que testes padrões para aprovação em programas de graduação, por exemplo. Isto torna difícil saber se o potencial do PBL em obter esses resultados é atingido na prática (Michael, 2004).

Enquanto o tamanho do efeito é uma medida comum da magnitude de uma melhoria, resultados em valores absolutos às vezes são mais interessantes do que valores relativos. Pode haver uma diferença significativa entre os resultados que são estatisticamente significantes e aqueles que são significativos em termos absolutos. Por esta razão, é frequentemente melhor usar ambas as medidas, estatísticas e absolutas antes de decidir se a intervenção foi significante.

Não importa como a informação é apresentada, Instituições que adotam práticas instrutivas com a expectativa de lograr resultados similares a aqueles reportados na literatura devem ser avisadas das limitações práticas dos estudos em educação. Estudos em educação nos dizem o que funciona em média para populações analisadas, e teorias de aprendizado sugerem como isto pode funcionar.

Entretanto, dizer que Instituições que adotam um método específico terão resultados similares em suas classes é simplesmente impossível. Mesmo que uma Instituição domine o novo método instrutivo, ela não pode controlar todas as variáveis que afetam o aprendizado. Quanto mais resultados suportam uma intervenção, mais os professores poderão se assemelhar e maiores serão os ganhos reportados para dado professor (Michael, 2004).

As evidências do aprendizado ativo são convincentes e devem estimular os professores a pensar sobre o ensino e o aprendizado em métodos não tradicionais.

1.3 Literacia visual

Os bioquímicos concordam que as ferramentas de visualização são essenciais para o entendimento e a pesquisa em biociências molecular e celular. Isso é reflexo do crescimento do número e variedade de ferramentas de visualização agora disponíveis para o ensino, aprendizado e pesquisa em Bioquímica, incluindo recursos como: modelos físicos e moleculares, fotografias, micrografias, figuras, diagramas, ilustrações, desenhos, imagens, representações por analogia, mapas metabólicos, caminhos simbólicos, representações genômicas, gráficos, ícones, imagens estáticas e dinâmicas, imagens animadas, multimídia e ambientes de realidade virtual. Tais ferramentas são denominadas, por psicólogos cognitivos, como representações externas (external representations – ERs), porque eles retratam fenômenos no mundo externo contendo relações espaciais e podem ser distinguidos de representações internas (modelos mentais), que são um protótipo da mente (Schönborn, Anderson, 2006).

As ERs permitem que professores e pesquisadores construam modelos mentais significativos de fenômenos bioquímicos, o que facilita a visualização, integração e entendimento dos conceitos de Bioquímica.

A Bioquímica é uma ciência que investiga os níveis de organização macroscópico, microscópico e submicroscópico (molecular). Consequentemente, para o entendimento da Bioquímica, é exigida dos estudantes uma tradução instantânea entre estes três níveis de organização, uma coisa que pode ser extremamente difícil para eles. Como não podemos ver fisicamente o meio submicroscópico, a Bioquímica usa informações físicas e químicas para construir teorias, hipóteses e modelos na tentativa de explicar estes fenômenos abstratos. Esta construção, se aceita pela comunidade de Bioquímica, determina como nós vamos interpretar e visualizar o meio submicroscópico e o que devemos incluir nos recursos educacionais e ensinar aos estudantes (Schönborn, Anderson, 2004).

Para facilitar a visualização de fenômenos bioquímicos nos três níveis de organização, bioquímicos fizeram uso de uma linguagem visual na forma de múltiplos ERs e simbolismos que diferem ambos em estética, aparência e nível de abstração. Entre outras coisas, isto significa que estudantes devem, por exemplo, entender uma representação abstrata de um fenômeno molecular estilizado ao lado de representações realísticas do mesmo fenômeno, coisa que em nossa experiência os estudantes se mostraram bastante confusos (Schönborn, Anderson, 2006).

Considerando que físicos, químicos e matemáticos fazem uso de um simbolismo claro e bem estabelecido, denominados convenções, para representar fenômenos particulares, bioquímicos usam uma gama de simbolismo para representar os mesmos fenômenos. Esta falta de convenções rigorosa significa que

a linguagem visual que os estudantes de Bioquímica devem aprender é mais complexa e potencialmente mais confusa se comparada a outras disciplinas.

Consequentemente existe uma necessidade clara e urgente de convenções mais padronizadas instituídas pelo comitê de nomenclatura da União Internacional de Bioquímica e Biologia Molecular (IUBMB), com a ajuda dos pesquisadores, autores de livro e *designers* gráficos (Schönborn, Anderson, 2006).

Em resumo, estudantes não são exigidos somente na tradução entre os níveis de organização macro-micro, mas também entre as ERs que representam fenômenos em cada nível de abstração e quando combinados se transformam num desafio cognitivo para os estudantes. Mas sem essas ferramentas de visualização acompanhadas de habilidade para interpretá-las, o aprendizado, o ensino e a pesquisa no mundo molecular não seria possível (Schönborn, Anderson, 2004).

A importância da literacia visual na ementa de Bioquímica

De acordo com Lowe (2003) e outros pesquisadores, assim como a literacia verbal significa ser capaz de ler e escrever uma linguagem e literacia numérica envolver a leitura e escrita de números, a literacia visual engloba a habilidade de ler (entender e fazer sentido) assim como escrever (representar) ERs, incluindo a habilidade de pensar, aprender e se expressar através de imagens.

Por que a literacial visual deve constar na ementa como um componente curricular? Primeiro, porque estudantes estão sendo expostos a um número extremamente diversificado e potencialmente confuso de ERs, que requer um alto nível de literacia visual. Segundo, para efetivamente interpretar e entender ERs, estudantes precisam desenvolver suas habilidades de visualização para além do

que eles normalmente adquiriram informalmente por conta própria. Terceiro, porque estudantes com baixo nível de literacia visual mostram evidências de dificuldades de visualização o que pode afetar seriamente a habilidade de interpretar e aprender através das ERs (Schönborn, Anderson, 2006).

A falha dos bioquímicos em questionar e pesquisar a eficácia de cada grupo de ERs, se dá porque *experts*, incluindo professores de Bioquímica, autores de livros e *designers* gráficos, tendem a assumir ingenuamente que o que eles entendem como sendo boas ferramentas de ensino e aprendizado serão necessariamente boas para promover a visualização e o entendimento entre os estudantes iniciantes. O que nem sempre é verdade.

Relativamente poucas Instituições de Ensino desenvolvem explicitamente as habilidades de visualização de seus alunos. Ao contrário, como outras habilidades cognitivas (pensar, raciocinar, criar, sintetizar), frequentemente assume-se que habilidades de visualização serão automaticamente adquiridas durante o curso.

Pesquisas recentes têm mostrado que a interpretação e visualização das ERs de Bioquímica podem ser extremamente desafiadoras para os estudantes e podem levar a uma série de dificuldades conceituais, de visualização e de raciocínio, o que pode impactar negativamente no entendimento dos fenômenos moleculares e celulares (Schönborn *et al*, 2002, Schönborn, 2005 e Hull, 2003).

Crossley *et al* (1996), tem mostrado a dificuldade de raciocínio com as ERs descrevendo a cadeia transportadora de elétrons na mitocôndria. Este estudo indica que, devido à natureza gráfica das típicas ERs estáticas que descrevem o processo, estudantes pensam que os elétrons podem “pular” de um carreador ao outro, ao

invés de serem transferidos através da colisão entre os carreadores, como em qualquer reação de óxido-redução.

Em outro estudo que investigou o uso de diagramas, pelos alunos, para a visualização de processos bioquímicos, Hull (2003) descobriu que quando os estudantes foram solicitados a explicar como o ciclo do ácido cítrico deveria realmente parecer dentro de uma célula, eles interpretaram ERs de livros texto erroneamente através de desenhos e vias como um círculo, e reforçaram suas dificuldades de visualização com explicação verbal.

É exigido de nossos estudantes um nível muito alto de literacia visual para estudar e pesquisar Bioquímica. Como os estudantes não adquirem automaticamente literacia visual durante seu aprendizado normal, é essencial ensinar explicitamente e avaliar este tipo de conhecimento através de atividades desenvolvidas especificamente com este objetivo.

As dificuldades de aprendizado são inerentes ao desenvolvimento de qualquer atividade, durante a alfabetização elas aparecem, mas, em determinado tempo, passo a passo, o aluno é capaz de ler e escrever. Como esperar que o aluno interprete literacia visual sem um conhecimento previamente adquirido? O uso de ferramentas adequadas é essencial ao aprendizado, uma bússola não pode orientar um aluno no mapa metabólico, um desenho não é capaz de descrever os passos de um mecanismo sincronizado sem situá-los numa linha do tempo. Portanto, é fundamental que o professor estude a melhor maneira de ensinar a interpretar as diferentes ERs que vão aparecendo conforme determinado tópico é abordado.

1.4 Pontos importantes para o Ensino Superior

Segundo as pesquisas de Wood (2009), as conclusões gerais descritas a seguir se aplicam ao ensino e aprendizado nas disciplinas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática no nível de Graduação:

- ✓ A instrução efetiva deve ser construída em cima de um conhecimento prévio (que pode incluir conceitos errados que exigem correção);
- ✓ Professores devem ter conhecimento da diversidade de estudantes em suas aulas e usar uma variedade de modelos de ensino a fim de aperfeiçoar o aprendizado para todos os estudantes;
- ✓ Aulas devem incluir avaliações formais frequentes para fornecer o *"feedback"* do ensino-aprendizado;
- ✓ Estudantes devem ser encorajados a examinar e monitorar seu próprio entendimento de novos conceitos, por exemplo, explicando esses conceitos para seus colegas (atividades em grupo);
- ✓ Estudantes devem ser encorajados a trabalhar cooperativamente e colaborativamente em grupos;
- ✓ Para trazer mudanças neurológicas sobre o que constitui o aprendizado, estudantes devem gastar tempo engajados ativamente no assunto de interesse, por exemplo, discutindo, fazendo diagramas, resolvendo problemas, trabalhando num projeto de pesquisa, etc.

A maior parte das aulas na Graduação não é planejada com esses princípios, o que pode ser uma das razões para o alto desgaste entre alunos e professores e o aprendizado superficial nas disciplinas introdutórias.

Os pesquisadores demonstram que a instrução eficiente dos professores exige não somente o aprendizado do conteúdo da disciplina, mas também do conteúdo pedagógico, ou seja, o entendimento e a habilidade para aplicar princípios educacionais conhecidos. A formação dos professores atuais raramente inclui alguma instrução em prática pedagógica, que pode fazer seu ensino mais eficaz. Portanto, eles simplesmente ensinam da maneira em que foram ensinados em grandes classes, através das aulas tradicionais (Rodrigues, Abib, 2010).

Nossos melhores estudantes de ensino médio, às vezes com uma pequena ajuda da faculdade, desenvolvem habilidades de aprendizado que incorporam os princípios acima, permitindo que eles progridam em direção ao conhecimento avançado independente da maneira que nós os ensinamos.

Entretanto, para a maioria dos estudantes, o estudo significa destacar frases nos seus livros textos e memorizar fatos desconexos, falhando em desenvolver habilidades de aprendizado e consequentemente aprendem muito pouco. Portanto, existem evidências de que mudanças nas práticas de ensino no nível de graduação podem aprimorar significativamente o aprendizado dos estudantes (Wood, 2009).

Um estudo recente da Universidade de Oregon mostrou que estudantes no curso introdutório tradicional aprenderam consideravelmente menos que estudantes em um *workshop* de biologia, no qual a aula foi quase inteiramente substituída por grupos de estudantes para a resolução de problemas e outros projetos durante o período de aula (Udovic *et al*, 2002). Knight e Wood (2005) mostraram em seu estudo que substituindo de 30 a 40% da aula tradicional por atividades em classe mais centradas na participação dos alunos, levou a um aumento médio de 30% no aprendizado. Resultados similares têm sido demonstrados em estudos com

disciplinas introdutórias no curso de Biologia, entre eles: Smith *et al*, 2005, Armstrong *et al*, 2007, Freeman *et al*, 2007.

Organizar estudantes em grupos para trabalhos em sala de aula ou fora dela, permite que eles aprendam a partir do conhecimento de cada colega e ajuda a envolvê-los no conteúdo da disciplina (Tanner *et al*, 2003). Os grupos podem ser formados para realizar trabalhos extra-classe, projetos, apresentações de *pôster* e outras atividades de aprendizado ativo.

Com relação à eficácia das atividades em grupo, muitas pesquisas em ciências sociais têm demonstrado que grupos em geral são mais eficazes na resolução de problemas em comparação a trabalhos individuais e que a eficácia do grupo aumenta com a diversidade dos seus membros (Cox, 1993, McLeod *et al*, 1996, Guimera *et al*, 2005).

Com o crescimento da popularidade do ensino a distância, o esforço colaborativo intelectual dos estudantes é uma das maiores vantagens que as disciplinas presenciais podem oferecer e as Universidades devem explorar isso. Como Astin (1993) concluiu em seu livro o que importa na faculdade é a construção dos relacionamentos dos estudantes entre si e entre seus instrutores. Além do mais, o desenvolvimento das habilidades do trabalho em grupo é importante na preparação dos estudantes para o mundo real.

Sendo assim, destacamos a importância de desenvolvermos atividades alternativas para incentivar a aprendizagem significativa dos alunos nas Instituições de Ensino Superior. Dentre elas, atividades em grupo e individuais direcionadas a uma maior participação dos alunos, como é proposto em nossa pesquisa.

2. OBJETIVOS

O objetivo da pesquisa foi diagnosticar as principais dificuldades dos alunos no aprendizado de Bioquímica e propor, aplicar e avaliar alternativas de melhoria, usando como modelo de estudo a disciplina de Bioquímica do curso de Nutrição em uma Instituição de Ensino Superior da rede particular (estudo de caso).

1.1 Objetivos Específicos

- ✓ Identificar as dificuldades com o ensino e a aprendizagem de Bioquímica no curso de Nutrição de uma Instituição de Ensino Superior da rede particular, por meio de questionários com questões objetivas e dissertativas e testes específicos.
- ✓ Realizar intervenções de acordo com os problemas identificados.
- ✓ Analisar os resultados obtidos com as intervenções para avaliar se houve melhora no aprendizado da disciplina de Bioquímica.

3. PROCEDIMENTOS E MÉTODOS

Traçamos o perfil dos alunos e da Instituição de Ensino usando como modelo de estudo a disciplina de Bioquímica do curso de Nutrição de uma Instituição de Ensino Superior da rede particular, aplicamos questionários, testes de literacia visual, de interpretação de texto e de gráficos, investigamos o conhecimento dos alunos em relação aos termos específicos da Bioquímica (testes diagnósticos). Assim, pudemos ter ideia das principais dificuldades dos alunos. Os testes diagnósticos e o perfil dos alunos foram feitos com as turmas de Nutrição de 2007 e 2008.

Depois elaboramos intervenções, propostas de exercícios e atividades com os alunos para melhorar o aprendizado da Bioquímica, de acordo com as dificuldades encontradas. As intervenções foram realizadas com as turmas de 2009 e 2010.

Por último, aplicamos de novo os testes diagnósticos para avaliar se as dificuldades apontadas foram minimizadas, ou seja, se o aprendizado da disciplina de Bioquímica foi mais eficiente.

3.1 Perfil do aluno e da Instituição de Ensino

Aplicamos um questionário com a turma de Nutrição de 2007 e de 2008 com questões dissertativas (Apêndice A e B). Investigamos a idade dos alunos, se cursou 1° e 2° graus em escola pública ou particular, se o aluno trabalha ou não. Para os alunos de 2007, que já haviam cursado Bioquímica no ano anterior, perguntamos se a Bioquímica era importante para a compreensão das disciplinas que eles estavam tendo naquele semestre.

O perfil da Instituição de Ensino Superior foi traçado pela professora-pesquisadora desta instituição, autora da tese. Procuramos responder as questões levantadas na introdução (item 1).

3.2 Testes diagnósticos

3.2.1 Questionários

Durante o desenvolvimento do projeto, aplicamos questionários com questões objetivas e dissertativas, nas turmas de Nutrição. Foram aplicados questionários ao fim de cada semestre letivo com as turmas do primeiro e segundo semestres de 2007 e de 2008 (Apêndices C, D, E), com o objetivo de investigar as principais dificuldades no aprendizado da disciplina de Bioquímica.

O questionário tinha, além das questões objetivas, uma questão discursiva que dava a liberdade ao aluno para escrever suas principais dificuldades com o aprendizado da disciplina de Bioquímica e comentar o que julgasse importante para a melhoria da disciplina.

3.2.2 Teste de literacia visual

Aplicamos o teste de literacia visual desenvolvido por Oliveira, 2010. Dividimos a turma de Nutrição do 2° semestre de 2008 com 37 alunos participantes em 2 grupos, 17 alunos fizeram o teste 1 que constava de 12 questões de múltipla escolha com representações de reações químicas do metabolismo genéricas (Anexo 1), 20 alunos fizeram o teste 2 que constava de outras 12 questões do mesmo estilo (Anexo 2). Os dois testes foram realizados em duas semanas seguidas e o aluno respondeu individualmente. O objetivo era investigar a dificuldade do aluno quanto à interpretação das representações químicas.

As questões componentes dos testes foram categorizadas em *muito básicas*, *básicas*, *médias* e *difíceis*, com o objetivo de analisar o grau de dificuldade dos alunos (essa classificação é destacada em seus respectivos anexos – 1 e 2).

Depois de identificadas as dificuldades dos alunos e realizadas as intervenções, fizemos o teste de literacia visual com a turma de 2010 (noturno e diurno). Foi aplicado o teste 1 em sala de aula, individualmente, ao fim do ano de 2010.

3.2.3 Teste de interpretação de texto e significado das palavras

Fizemos uma montagem usando as páginas 243 e 244 do livro Bioquímica Básica (Marzzoco, Torres, 1999), pedimos aos alunos que sublinhassem as palavras que não entendiam e que não sabiam explicar o seu significado, também foram feitas perguntas de interpretação do texto (Apêndice F). Realizamos esse teste com as turmas de 2010, noturna e diurna, antes (1° semestre) e depois (2° semestre) das intervenções.

3.2.4 Teste de interpretação de gráficos

Realizamos um teste com as turmas de 2010, noturna e diurna, de interpretação de gráficos, no 1° semestre, com o objetivo de avaliar se os alunos conseguem ler e interpretar diferentes gráficos, o teste está no Apêndice G. Após as intervenções realizamos o teste novamente com as mesmas turmas, no 2° semestre.

3.3 Intervenções

3.3.1 Conceitos químicos

No primeiro dia de aula, foi explicado o que são as fórmulas químicas e suas representações, além da explicação da professora-pesquisadora, foram aplicados aos alunos exercícios para fixar o aprendizado (Apêndice H), antes de começar a disciplina de Bioquímica em si. Essa atividade foi realizada com as turmas de 2009 e 2010, diurnas e noturnas. Foi aplicado um questionário para avaliar o resultado destes trabalhos nas turmas de 2009, diurna e noturna (Apêndice I). As questões 2 e 3 deste questionário serviram para saber a opinião dos alunos quanto a eficiência desta atividade.

3.3.2 Estrutura proteica – uma atividade com clipes

No 2° semestre de 2009 e no 1° semestre de 2010, aplicamos um exercício prático para aprendizado da estrutura proteica (Correia *et al*, 2004, Correia, Torres, 2007), esse exercício foi aplicado depois de ter sido explicado a estrutura dos aminoácidos, sua importância na composição das proteínas, ligação peptídica e estrutura proteica. Foi usado como uma ferramenta a mais para a compreensão da estrutura das proteínas.

Nas turmas de 2009 foi aplicada a atividade no 2° semestre, pois a divisão da disciplina de Bioquímica, naquela grade, fazia com que o tópico proteínas fosse dado neste período. Já em 2010 a disciplina foi dividida de forma diferente, fazendo com que o tópico fosse dado no 1° semestre.

A atividade foi desenvolvida da seguinte forma: os alunos fizeram uma sequência peptídica com clipe colorido, sendo a sequência: Ala – Gly – Ile – Ser –

Cys – Ile – Gly – Ala – Gly – Ser (para cada aminoácido foi determinada uma cor específica). Assim, eles montaram a estrutura primária, em seguida foram orientados a realizar uma ligação de hidrogênio entre as cadeias laterais dos aminoácidos (grupo R), quando houvesse, eles tinham que descobrir qual aminoácido faria a ligação (Figuras 1, 2 e 3).

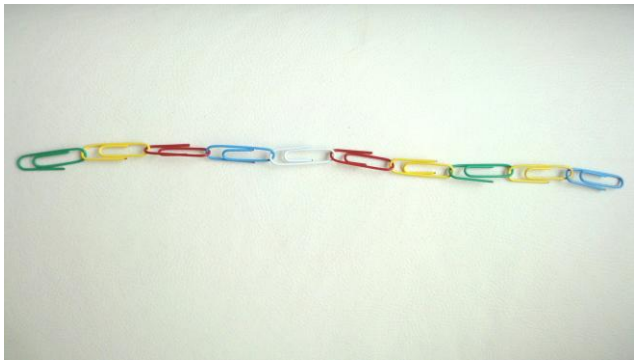


Figura 1 – Representação da estrutura linear da sequência peptídica montada com clipe pelos alunos.

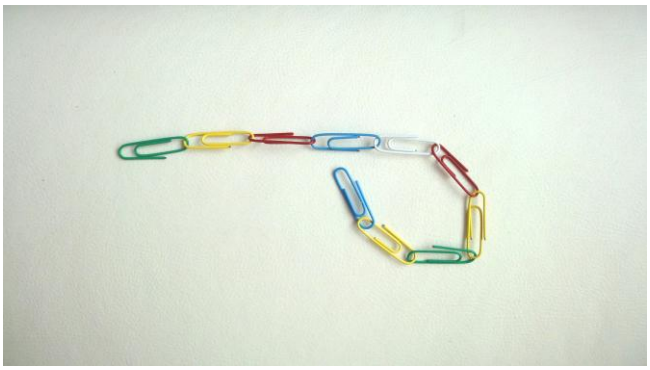


Figura 2 – Representação da formação da ligação de hidrogênio entre os resíduos de Serina (clipe azul).

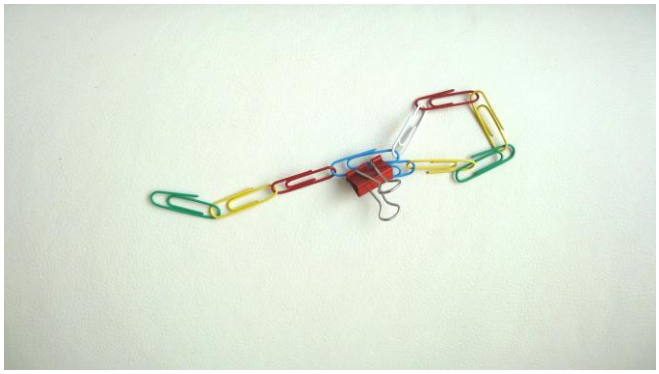


Figura 3 – Representação da ligação de hidrogênio através do grampo (vermelho), que liga os dois resíduos de serina – Estrutura secundária.

Os alunos realizaram a atividade em grupos de 4 a 5 componentes, logo em seguida, responderam um questionário individualmente, que pretendeu avaliar a influência da atividade sobre a compreensão da estrutura proteica. O questionário foi elaborado em 2009 (Apêndice J) e aperfeiçoado em 2010 (Apêndice K).

3.3.3 Literacia visual

Em 2010 a disciplina de Bioquímica foi dividida da seguinte forma: no primeiro semestre foi abordado estrutura e função das biomoléculas, no segundo semestre foi abordado metabolismo. Então, procuramos explicar as reações químicas e representações metabólicas no segundo semestre de 2010. Antes de começar a estudar uma via metabólica, foi explicado, através de exemplos, o significado de uma via metabólica, colocado no quadro algumas reações químicas, reversíveis e irreversíveis, explicado o que era ATP e ADP, transportadores de elétrons, reações de óxido-redução, fosforilação, isomerização e clivagem. Todos estes assuntos não foram abordados em uma aula, todos juntos, foram abordados sempre que necessário a compreensão deles para explicar um assunto de Bioquímica.

Também foram feitos exercícios em sala de aula, de acordo com o tópico a ser abordado, por exemplo: quando íamos começar a via glicolítica foram passados os exercícios 1 e 2, quando íamos começar o ciclo de Krebs, foi passado o exercício 3, quando íamos começar a falar de regulação metabólica foram passados os exercícios 4 e 5, todos descritos no Apêndice L.

3.3.4 Interpretação de texto

Todas as vezes que uma matéria era explicada, foram lidas junto com o aluno frases conceituais e era solicitado ao aluno que explicasse o que havia entendido daquela frase, a professora-pesquisadora ia orientando o aluno e corrigindo a interpretação caso necessário. Por exemplo:

“O Metabolismo abrange centenas de reações multienzimáticas, mas as vias metabólicas centrais são em pequeno número e notavelmente similares em todas as formas de vida”

Assim que terminávamos de ler a frase, era pedido ao aluno que a explicasse, assim ele ficava tentando interpretar e não apenas ouvia o professor ler e depois esperava o próprio professor explicar de forma mais fácil.

3.3.5 Significado das palavras

No início do 2° semestre de 2010 foi pedido aos alunos que perguntassem ou escrevessem em um papel todas as palavras que eles não compreendiam, além disso, a professora-pesquisadora ia perguntando as palavras que ela desconfiava que eles não conhecessem, como via metabólica, substrato, biossíntese, oxidação, etc. Cada palavra era então escrita no quadro juntamente com o seu significado, sempre que fosse necessário.

3.3.6 Interpretação de gráficos

No 2° semestre de 2010 foi feito um trabalho de interpretação de gráficos, foi realizada uma aula com exemplos de alguns tipos de gráficos e ensinado a interpretá-los. Também foram passados exercícios (Apêndice M) com o objetivo de ensinar os alunos a interpretar gráficos.

3.3.7 Provas em grupo

Realizamos provas em grupo a partir do 1° semestre de 2010, um exemplo está no Apêndice O, os grupos eram compostos de 3, 4 e no máximo 5 componentes. Toda vez que terminava um assunto, era aplicada a prova em grupo. Os alunos podiam ficar com as questões para estudar depois. A prova ocupava 2/3 da aula, em média. Normalmente, antes de aplicar a prova, a professora-pesquisadora tirava dúvidas da aula anterior através da correção dos exercícios dados ao fim desta aula, como fazia em todas as aulas. Os exercícios dados ao fim de cada aula serão discutidos no próximo item.

3.3.8 Questões ao fim de cada aula

As questões dadas semanalmente eram elaboradas de forma a contemplar os principais pontos da aula, como se fosse um resumo. Tinha por objetivo fazer com que os alunos treinassem a escrita, que eles pudessem colocar no papel aquilo que estavam entendendo, de uma semana para outra, e que estudassem Bioquímica regularmente. Essas questões são dadas desde o 1° semestre de 2007, sempre foi um ponto forte apontado pelos alunos nos questionários avaliativos, por isso decidimos continuar usando esse método.

As questões eram elaboradas pela professora-pesquisadora ao fim de cada aula, de acordo com o que ela havia explicado e ressaltado, mas percebemos uma constância nas questões, sendo quase sempre as mesmas. Por exemplo, quando era abordado via glicolítica era perguntado aos alunos, na forma de ditado: “Quais são os principais pontos da via glicolítica?”, “Qual a importância da regeneração do NAD^+?”, “A via glicolítica é uma via anabólica ou catabólica? Justifique sua resposta”. Assim, os alunos respondiam em casa e na outra semana era corrigido em sala de aula, alguns alunos liam suas respostas, outros preferiam mostrar à professora por vergonha de falar em voz alta. Então, nos 20 minutos iniciais da aula era sempre feito a correção das questões, consequentemente, uma revisão da aula anterior.

3.3.9 Questionário avaliativo final

Depois de realizada todas as intervenções citadas anteriormente, realizamos um questionário final, em dezembro, com a turma de 2010 para saber a opinião dos alunos (Apêndice N). O questionário tinha, além das questões objetivas, uma questão discursiva que dava a liberdade ao aluno para que pudesse escrever suas principais dificuldades com o aprendizado da disciplina de Bioquímica e comentar o que julgasse importante para a melhoria da disciplina, semelhante os outros questionários.

4. RESULTADOS

Primeiro traçamos o perfil do aluno e da instituição, depois investigamos as dificuldades dos alunos com relação a disciplina de Bioquímica através dos testes diagnósticos. Assim pudemos constatar as principais dificuldades dos alunos com o aprendizado de Bioquímica: a falta de base em química, compreensão das representações simbólicas, interpretações de textos e de gráficos e entendimento das palavras relacionadas a Bioquímica.

Realizamos atividades específicas com explicações e exercícios, com o objetivo de minimizar esas dificuldades (intervenções). Então, foi necessário avaliar o efeito destas atividades para descubrir se elas foram eficazes, através da repetição dos testes realizados com o objetivo inicial de diagnosticar os problemas. A seguir estão os resultados obtidos da pesquisa.

4.1 Perfil do aluno e da Instituição de Ensino

4.1.1 Perfil do aluno

O resultado obtido do questionário aplicado no 1° semestre de 2008 na turma de 2007, com 42 alunos, que já haviam cursado a disciplina de Bioquímica (Apêndice A), foi que 76% da turma têm idade entre 19 e 23 anos, 74% fizeram o 1° grau em escola pública, 72% fizeram o 2° grau em escola pública, 83% dos alunos trabalham, 95% acham importante aprender Bioquímica para o curso de Nutrição, 57% gostam da disciplina de Bioquímica, 62% acham que entende a disciplina, 76% compreendem o que o professor fala e 95% acreditam que a Bioquímica está sendo importante para a compreensão das disciplinas que estão cursando atualmente.

O resultado obtido do questionário aplicado também no 1° semestre de 2008, mas para a turma de 2008, com 46 alunos, que estavam cursando a disciplina de

Bioquímica (Apêndice B), foi que 78% da turma têm idade entre 18 e 22 anos, 76% fizeram o 1° grau em escola pública, 65% fizeram o 2° grau em escola pública, 65% da turma trabalham, 94% acham importante aprender Bioquímica para o curso de Nutrição, 50% gostam da disciplina de Bioquímica, 22% acham que entende a disciplina e 72% compreendem o que o professor fala.

Portanto, podemos dizer que o aluno de Nutrição que cursa a disciplina de Bioquímica, é um aluno jovem, que estudou em escola pública, trabalha, cerca de metade deles gosta de Bioquímica, compreende o que o professor fala e acredita que a Bioquímica é importante para o seu curso.

Existe uma diferença significativa entre a turma de 2007 e 2008 na resposta a pergunta “Você entende Bioquímica?”. Na turma de 2007, 62% acreditam que entendem Bioquímica e na turma de 2008 apenas 22%. Devemos lembrar que a turma de 2007 já havia terminado de estudar a Bioquímica, enquanto que a turma de 2008 estava no 1° semestre de aulas, ainda iria cursar mais um semestre. Também devemos levar em consideração que o aluno “acha” que entende. Por isso, essa pergunta por si só não nos diz muito a respeito do entendimento da disciplina, sendo necessárias maiores investigações, as quais foram realizadas pelos testes diagnósticos descritos no item 4.2.

4.1.2 Perfil da instituição de ensino

A disciplina de Bioquímica

O curso de Nutrição é semestral, as disciplinas de Bioquímica têm carga horária semanal de 2 horas. O conteúdo de Bioquímica é dividido em 2 disciplinas

semestrais: Bioquímica, oferecida no 1° semestre letivo e Bioquímica Metabólica, oferecida no 2° semestre letivo.

Até o ano de 2009 o conteúdo programático de Bioquímica era dividido assim: no primeiro semestre, na disciplina de Bioquímica, deveriam ser abordados carboidratos e lipídeos (estrutura, função e metabolismo), no segundo semestre, na disciplina de Bioquímica Metabólica, deveriam ser abordados proteínas (estrutura, função, metabolismo), vitaminas, sais minerais, hormônios, porfirinas e pigmentos biliares.

A partir de 2010 a disciplina passou a ser dividida assim: no primeiro semestre, na disciplina de Bioquímica, o conteúdo programático prevê o ensino de carboidratos, lipídeos, proteínas, ácidos nucléicos (estrutura e função de cada classe de biomoléculas) e no segundo semestre, na disciplina de Bioquímica Metabólica, deve ser abordado toda a parte metabólica das biomoléculas ensinadas no semestre anterior.

O professor recebe um plano de ensino (Exemplo: Anexo 3), que consta de ementa, objetivos gerais, objetivos específicos, conteúdo programático, estratégia de trabalho, avaliação, bibliografia básica, bibliografia complementar e cronograma de atividades semanais (este último é feito pelo professor de acordo com o calendário da Instituição de Ensino).

Não é previsto no plano de ensino atividades práticas, como o tempo é muito curto, os professores costumam dar apenas aulas teóricas, mas se o professor tiver interesse tem a liberdade de realizar as atividades práticas, é só agendar o laboratório com antecedência.

O professor

O professor desta Instituição de Ensino é contratado por hora (professor horista), normalmente ele ministra aulas em outros cursos e outras Instituições de Ensino. O professor tem a liberdade de mudar o plano de ensino caso seja necessário, mas precisa da aprovação do coordenador do curso (que é subordinado ao coordenador de curso geral da Instituição). Tem a liberdade de escolher o grau de aprofundamento em cada tópico do conteúdo programático, mas deve abordar todos. A metodologia que o professor usa é de sua escolha, tendo a disposição por parte da Instituição, retroprojetor, *data show*, quadro negro e laboratórios (todos, exceto o quadro negro, com agendamento antecipado).

A forma de avaliação também é uma escolha do professor desde que, ele dê ao menos uma prova por bimestre, agendada pela coordenação do curso, no período de provas do calendário da Instituição de Ensino.

Composição das turmas

Os alunos cursam a disciplina de Bioquímica no 3° e 4° semestres do curso, Bioquímica e Bioquímica metabólica, respectivamente. Porém, existem alunos que entram no 2° semestre letivo e se juntam a turma em andamento, isto é, alunos ingressantes se juntam aos alunos do 2° semestre do curso. Assim, quando vão cursar a disciplina Bioquímica os alunos que entraram no início do ano estarão no 3° semestre do curso e já terão tido a disciplina de química que é dada no 1° semestre, enquanto que os alunos que entraram no meio do ano não tiveram esta disciplina (terão somente ao fim do curso), segundo a grade curricular atual. Portanto, temos alunos do 2° e 3° semestres do curso estudando juntos no 1° semestre letivo (Bioquímica), e alunos do 3° e 4° semestres do curso no 2° semestre letivo

(Bioquímica Metabólica). O número de alunos por turma está relacionado na tabela 1.

Turma	Semestre do ano	Disciplina	Período	Semestre do curso	Número de alunos matriculados
2007	1°	Bioquímica	Noturno	2°	5
				3°	42
2007	2°	Bioquímica metabólica	Noturno	3°	5
				4°	42
2008	1°	Bioquímica	Noturno	2°	9
				3°	39
2008	2°	Bioquímica metabólica	Noturno	3°	10
				4°	40
2009	1°	Bioquímica	Diurno	2°	4
				3°	18
2009	1°	Bioquímica	Noturno	2°	5
				3°	36
2009	2°	Bioquímica metabólica	Diurno	3°	3
				4°	18
2009	2°	Bioquímica metabólica	Noturno	3°	5
				4°	29
2010	1°	Bioquímica	Diurno	2°	4
				3°	28
2010	1°	Bioquímica	Noturno	2°	9
				3°	31
2010	2°	Bioquímica metabólica	Diurno	3°	4
				4°	27
2010	2°	Bioquímica metabólica	Noturno	3°	8
				4°	30

Tabela 1 – Relação do número de alunos por ano, semestre letivo, período e semestre do curso, a partir de 2007 (início da pesquisa).

A partir de 2009 o curso de Nutrição deixou de ser oferecido apenas a noite, também temos turmas de manhã.

Pré-requisitos

Não há pré-requisitos no curso de Nutrição desta Instituição de Ensino Superior da rede particular.

Forma de ingresso

A forma de ingresso é através de vestibular com relação candidato/vaga, em média, menor que 1.

Aprovação do curso de Nutrição

Tanto o curso de Nutrição quanto a Instituição de Ensino são aprovados pelo Ministério da Educação (MEC). No ano de 2010 o curso passou por um processo de renovação de reconhecimento de curso, obtendo conceito preliminar de curso (CPC) igual a 3, esse conceito varia de 1 a 5 (http://www.inep.gov.br/areaigc/).

Laboratórios

A Instituição de Ensino tem laboratórios em condições de realizar aulas práticas simples de Bioquímica, sem equipamentos mais elaborados, contamos apenas com dois espectrofotômetros.

Tem também laboratórios de informática capazes de atender os alunos através de agendamento antecipado por parte do professor.

Estrutura padrão de avaliação

Nota do primeiro bimestre (B1): composta por trabalhos, atividades em sala e/ou provinhas e prova bimestral

Nota do segundo bimestre (B2): composta por trabalhos, atividades em sala e/ou provinhas e prova bimestral

OBS: A porcentagem da nota dos trabalhos, das atividades, das provinhas e da prova bimestral é a critério do professor da disciplina.

Trabalho Integrado (TI): É um trabalho que tem por objetivo integrar várias disciplinas que o aluno está cursando naquele semestre. Tem um professor responsável por esse trabalho que coordena as atividades dos alunos.

Composição da nota final (NF):

NF = 40%B1 + 50%B2 + 10% TI

Se o aluno ficou com NF < 7,0 (média de aprovação) tem direito a fazer a prova de exame (recuperação).

Exame (E): é uma prova com valor de zero a dez onde o aluno precisa atingir pelo menos média 5 em composição com sua nota final. Nota final = 50% NF + 50% E, a qual deve ser maior ou igual a 5. Caso o aluno não atinja a nota mínima é reprovado, fará a disciplina novamente, ele pode escolher entre cursar a disciplina de forma integral ou fazer dependência (DP).

Dependência (DP): são apenas quatro encontros com o professor durante semestre, com duração de 50 minutos cada um. No primeiro encontro, o professor

responsável pela DP passa aos alunos os trabalhos e as matérias da primeira e da segunda prova. No segundo encontro, o primeiro trabalho deve ser entregue e o aluno fará a primeira prova, o trabalho e a prova irão compor a nota de B1 de acordo com o critério do professor responsável. No terceiro encontro, o segundo trabalho deve ser entregue e o aluno fará a segunda prova, o trabalho e a prova irão compor a nota de B2, também de acordo com o critério do professor. No quarto encontro é aplicada a prova substitutiva (caso o aluno tenha faltado no segundo ou terceiro encontro e apresentado a justificativa junto à secretaria da Instituição) e a prova de exame. Caso o aluno não atinja a média 7, calculada pela média aritmética de B1 e B2, vai para exame e precisa atingir média 5 em composição com sua nota final (50% NF + 50% E, deve ser maior ou igual a 5). Caso o aluno ainda não atinja a nota mínima é reprovado novamente.

4.2 Testes diagnósticos

Através destes testes foi possível identificar as principais dificuldades dos alunos com o aprendizado de Bioquímica.

4.2.1 Questionários

Realizamos questionários com as turmas para investigar a opinião dos alunos e a direção que deveríamos seguir para aprofundar as pesquisas. Usamos para todos os questionários as opções Concordo Fortemente (CF), Concordo (C), Indiferente (I), Discordo (D) e Discordo Fortemente (DF) para as afirmativas.

As respostas objetivas ao questionário aplicado ao fim do 1° e 2° semestre de 2007 (modelo Apêndice C e D) estão nas tabelas 2 e 3.

	CF (%)	C (%)	I (%)	D (%)	DF (%)
Você sentiu dificuldade em Bioquímica devido à falta de base em química.	18	51	9	13	9
Você compreende a expressão glicose → piruvato → acetil CoA.	29	44	22	5	--
As aulas serviram para a aplicação no curso de Nutrição.	53	38	9	--	--
As aulas atenderam suas expectativas.	47	47	4	2	--
As aulas acrescentaram em seu conhecimento.	51	47	2	--	--
O professor motivou para o conhecimento.	56	44	--	--	--
O método aplicado foi adequado para o conhecimento.	36	51	13	--	--
Você considera importante a Bioquímica para a sua profissão.	74	22	4	--	--
Você se sentiu à vontade para questionar ou debater em sala.	38	40	22	--	--
O professor explica com clareza o conteúdo da aula.	67	33	--	--	--
Você percebe que há planejamento das aulas.	64	36	--	--	--

Tabela 2 – Porcentagem de alunos que assinalaram cada item do questionário aplicado na turma de 2007 – 1° semestre de 2007. N = 45 alunos.

	CF (%)	C (%)	I (%)	D (%)	DF (%)
Você acredita que a química fez muita falta para o aprendizado da Bioquímica	26	51	17	2	4
Ao fim do curso você se sente com uma boa base em Bioquímica	23	53	17	7	--
Você conseguiria fazer ligação entre os assuntos abordados	21	51	21	7	--
As aulas atenderam suas expectativas.	42	42	12	4	--
As aulas acrescentaram em seu conhecimento.	51	45	4	--	--
O professor motivou para o conhecimento.	70	26	4	--	--
O método aplicado foi adequado para o conhecimento.	49	51	--	--	--
Você considera importante a Bioquímica para a sua profissão.	71	20	9	--	--
Você se sentiu à vontade para questionar ou debater em sala.	30	36	26	8	--
O professor explica com clareza o conteúdo da aula.	70	26	2	2	--

Tabela 3 – Porcentagem de alunos que assinalaram cada item do questionário aplicado na turma de 2007 – 2° semestre de 2007. N = 47 alunos.

As respostas objetivas ao questionário aplicado ao fim do 2° semestre de 2008 (Apêndice E) estão na tabela 4.

	CF (%)	**C (%)**	**I (%)**	**D (%)**	**DF (%)**
Você acredita que a química fez muita falta para o aprendizado da Bioquímica	48	38	12	2	--
Ao fim do curso você se sente com uma boa base em Bioquímica	4	32	42	16	6
Você conseguiria fazer ligação entre os assuntos abordados	8	38	40	10	4
As aulas atenderam suas expectativas.	24	60	14	--	2
As aulas acrescentaram em seu conhecimento.	48	40	12	--	--
O professor motivou para o conhecimento.	46	40	14	--	--
O método aplicado foi adequado para o conhecimento.	34	38	24	2	2
Você considera importante a Bioquímica para a sua profissão.	58	26	14	2	--
Você se sentiu à vontade para questionar ou debater em sala.	36	30	22	6	6
O professor explica com clareza o conteúdo da aula.	54	36	10	--	--

Tabela 4 – Porcentagem de alunos que assinalaram cada item do questionário aplicado na turma de 2008. N = 50 alunos.

Podemos observar que a maioria dos alunos das duas turmas pesquisadas (2007 e 2008) acredita que a química fez falta para o aprendizado de Bioquímica, considera a disciplina importante para a sua profissão, sente que as aulas acrescentaram em seu conhecimento, acredita que o professor motivou para o conhecimento e explica o conteúdo com clareza.

Há diferença significativa entre as duas turmas em dois pontos: 1) No item “ao fim do curso você se sente com uma boa base em Bioquímica”, na turma de 2007 17% são indiferentes e 7% discordam, enquanto que na turma de 2008 42% são indiferentes, 16% discordam e 6% discordam fortemente. A maioria da turma de 2008 não concorda que ao fim do curso tem uma boa base em Bioquímica. 2) No

item “você conseguiria fazer ligações entre os assuntos abordados”, na turma de 2007 21% são indiferentes e 7% discordam, enquanto que na turma de 2008 40% são indiferentes, 10% discordam e 4% discordam fortemente. A maioria da turma de 2008 não conseguiu fazer ligações entre os assuntos abordados. Este resultado é importante para evidenciar que existe uma dificuldade no aprendizado por mais que os alunos acreditem que aprenderam, o que fica mais claro nas respostas dissertativas e nos testes diagnósticos discutidos a seguir.

Em todos os questionários foi perguntado ao aluno quais são suas principais dificuldades com o aprendizado de Bioquímica (questão discursivas), a maioria das respostas foi: *“Dificuldade para o entendimento, não consegui imaginar sobre o que a professora estava falando...”; “As principais dificuldades são com gráficos e reações químicas...”; “Minha maior dificuldade são os desenhos, as estruturas, eu particularmente não consigo imaginar esses desenhos acontecendo...”; “A única dificuldade que encontrei foi em relação as reações químicas quando tinha que olhar para uma cadeia e saber o que estava acontecendo, isso é complicado, mais de resto a professora explica com clareza o conteúdo da aula”; “Por falta de química tive dificuldade de aprender Bioquímica, acredito que precisávamos de mais aula de química para depois entrar com Bioquímica, assim acho que teríamos um melhor aproveitamento e aprendizado nas aulas de Bioquímica...”; “É uma matéria muito interessante e gostosa de aprender, a única dificuldade que encontro é em especificar as ligações (desenhos) dos compostos estudados, na verdade a química orgânica”.*

A partir das observações dos alunos, percebemos que existe uma grande dificuldade com química e com a interpretação das representações simbólicas da Bioquímica, o que eles chamam de “desenhos”. Decidimos investigar o grau desta

dificuldade com as representações simbólicas (literacia visual, item 4.2.2). É muito importante esta investigação, pois se o aluno não compreende essas representações, como fará para entender a Bioquímica?

4.2.2 Teste de literacia visual

Os resultados do teste de literacia visual desenvolvido por Oliveira, 2010 aplicado aos alunos da turma de 2008 (Anexos 1 e 2), estão na tabela 5, lembrando que classificamos as questões em Muito Básica (MB), Básica (B), Média (M) e Difícil (D).

	TESTE 1		TESTE 2	
	Classificação das questões	Porcentagem de erro dos alunos na questão (%)	Classificação das questões	Porcentagem de erro dos alunos na questão (%)
Questão 1	MB	88	MB	65
Questão 2	MB	59	B	85
Questão 3	MB	59	MB	60
Questão 4	MB	94	MB	80
Questão 5	B	71	MB	100
Questão 6	B	53	B	95
Questão 7	B	59	B	85
Questão 8	B	77	D	55
Questão 9	M	53	M	50
Questão 10	D	59	M	85
Questão 11	M	77	B	60
Questão 12	D	71	M	40

Tabela 5 – Porcentagem de erro dos alunos nas questões dos testes de literacia visual aplicado na turma de 2008. Teste 1 – N = 17 alunos. Teste 2 – N = 20 alunos.

Juntando as porcentagens de erros das questões muito básicas e básicas das duas provas e fazendo uma média aritmética, temos: teste 1 – 70% de erro nas questões e teste 2 – 79% de erro nas questões.

A grande maioria dos alunos errou questões básicas e muito básicas para o ensino de Bioquímica. O que demonstra que eles têm grande dificuldade com as representações simbólicas (literacia visual), confirmando nossa desconfiança inicial.

4.2.3 Teste de interpretação de texto e significado das palavras

No primeiro semestre de 2010, realizamos um estudo com a turma de 2010 para identificar se havia problemas com a compreensão das palavras importantes para a Bioquímica, através da aplicação de um texto de Bioquímica e da orientação para que os alunos sublinhassem a palavra que eles não saberiam explicar o significado. Além de sublinhar as palavras, os alunos responderam um questionário sobre o texto para avaliar sua interpretação (Apêndice F). As questões foram elaboradas de tal forma que o aluno pudesse responder apenas consultando o texto lido. 29 e 36 alunos das turmas da manhã e da noite, respectivamente, participaram desta pesquisa inicial.

As palavras mais sublinhadas foram: substratos, vias metabólicas, oxidativas, biossintéticas, pool, hidrólise, catalisada, gliconeogênese, proteolíticas, creatinina, fosfocreatina, purina. Como os alunos estavam no início do curso de Bioquímica, algumas palavras são realmente desconhecidas para eles, como gliconeogênese e purina, mas hidrólise, catalisada, oxidativas são palavras que eles precisariam conhecer para uma melhor compreensão do curso.

Analisamos as questões aplicadas nas duas turmas, manhã e noite (Apêndice F). As questões 2 e 3, que exigiam uma maior interpretação por parte dos alunos, muitos não conseguiram responder ou responderam de forma incorreta, 55% e 31% de erro na questão 2 e 69% e 61% de erro na questão 3, nas turmas da manhã e da noite, respectivamente. As questões 4 e 5, que eram mais fáceis de serem localizadas no texto, foram respondidas de forma correta pela maioria dos alunos, podemos fazer essa afirmação pois a porcentagem de erro foi pequena: 17% e 3% de erro na questão 4 e 3% e 0% de erro na questão 5, nas turmas da manhã e da noite, respectivamente. A questão 3 visava também investigar se os alunos haviam compreendido as palavras síntese e degradação, que não foram sublinhadas no texto e observamos que muitos deles as desconhecem pela porcentagem de erro nesta questão. Então, os alunos acreditam que conhecem uma palavra, mas na hora de explicar seu significado não conseguem, ou se confundem, portanto a desconhecem sem saber.

Através desta investigação podemos concluir que muitos alunos desconhecem palavras importantes para a compreensão e o aprendizado da disciplina de Bioquímica e que, mesmo com o texto em mãos, não conseguem interpretá-lo em sua totalidade. Por isso realizamos as intervenções descritas nos itens 3.3.4 e 3.3.5, os resultados destas intervenções estão descritos nos itens 4.3.4 e 4.3.5.

4.2.4 Teste de interpretação de gráficos

Aplicamos uma atividade, com a turma do 1° semestre de 2010, para avaliar a dificuldade com as representações de gráficos, através de exercícios específicos de interpretação e construção de gráficos (Apêndice G).

Observamos que os alunos têm dificuldade em analisar e construir gráficos, como mostram os resultados nas figuras 4 e 5.

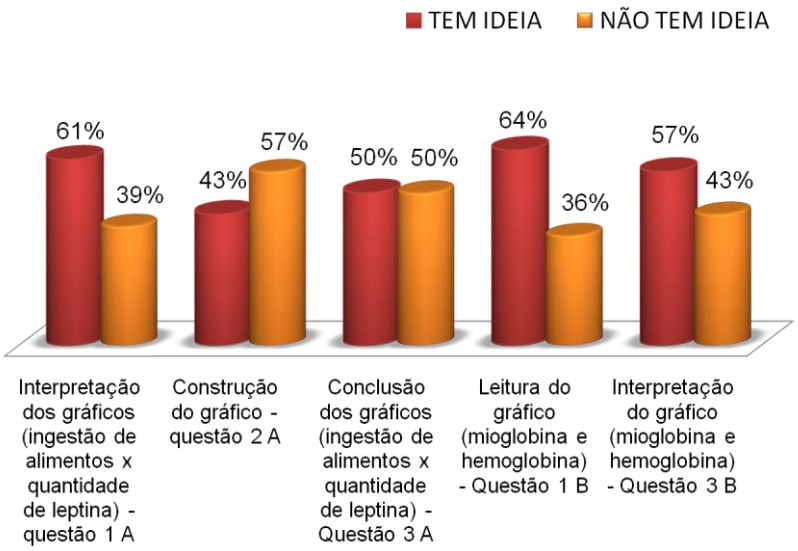


Figura 4 – Representação gráfica dos dados obtidos da análise das questões aplicadas aos alunos sobre gráficos – turma da manhã. N = 28 alunos.

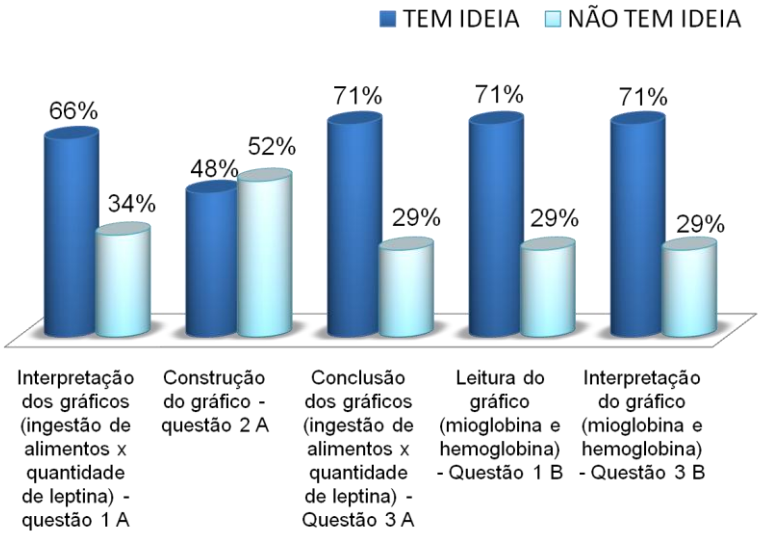


Figura 5 – Representação gráfica dos dados obtidos da análise das questões aplicadas aos alunos sobre gráficos – turma da noite. N = 35 alunos.

A maior dificuldade dos alunos foi com relação à construção do gráfico (Questão 2 A) nas duas turmas avaliadas, 57% e 52% não tem ideia nas turmas da manhã e da noite, respectivamente. Quanto à leitura, interpretação e conclusão (as demais questões) também não obtemos um resultado satisfatório, muitos alunos não tem ideia, sendo um pouco melhor na turma da noite. Podemos concluir que existe certa dificuldade dos alunos com os gráficos. Sendo necessário realizar uma intervenção para melhorar esse quadro (item 4.3.6).

4.3 Intervenções

De acordo com os resultados dos testes diagnósticos foram identificadas as dificuldades dos alunos com os conceitos químicos, com as representações simbólicas, com as palavras importantes para a Bioquímica, com interpretação de textos e gráficos. Assim, aplicamos as intervenções e obtivemos os resultados a seguir.

4.3.1 Conceitos químicos

As turmas de 2009 e 2010 fizeram a atividade proposta em sala de aula (Apêndice H), também receberam a explicação da professora sobre o assunto de fórmulas químicas. A atividade durou uma aula (2h). Foi avaliado o efeito desta atividade nas turmas de 2009 (manhã e noite), através de um questionário (Apêndice I).

75% e 97% dos alunos das turmas da manhã e da noite, respectivamente, acreditam que os exercícios aplicados ajudaram no aprendizado, 63% e 91% dos alunos das turmas da manhã e da noite, respectivamente, acreditam que os exercícios ajudaram a compreender melhor os fluxogramas e as reações químicas

das vias metabólicas. Observamos uma diferença significativa entre as opiniões dos alunos das turmas da manhã e da noite que se deve provavelmente, ao fato de que a turma da manhã era pouco participativa e desinteressada, com alto índice de faltas em todas as disciplinas e de reclamações por parte de outros professores. Mesmo assim, de forma geral, obtivemos êxito na intervenção segundo os alunos. A professora-pesquisadora também observou uma melhora na compreensão das fórmulas químicas quando as mesmas eram necessárias ao decorrer do semestre. Por isso aplicamos a atividade nas turmas de 2010 (manhã e noite).

4.3.2 Estrutura proteica – uma atividade com clipes

Essa atividade foi aplicada pela primeira vez com a turma de 2009, no 2° semestre do ano. Na turma da manhã 16 alunos participaram da atividade, na turma da noite foram 26. Os alunos realizaram a atividade e em seguida responderam a um questionário (Apêndice J). Os resultados obtidos estão representados na figura 6 e 7.

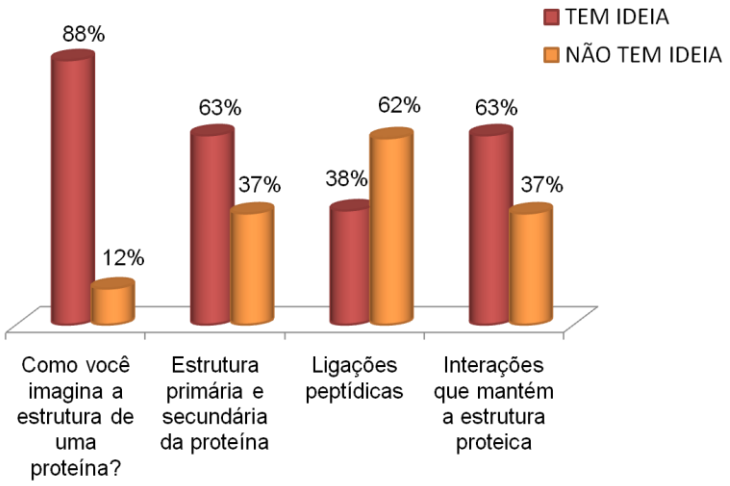


Figura 6 – Representação gráfica dos dados obtidos dos questionários aplicados aos alunos sobre estrutura proteica, após aplicação da atividade prática com os clipes (turma da manhã). N = 16 alunos.

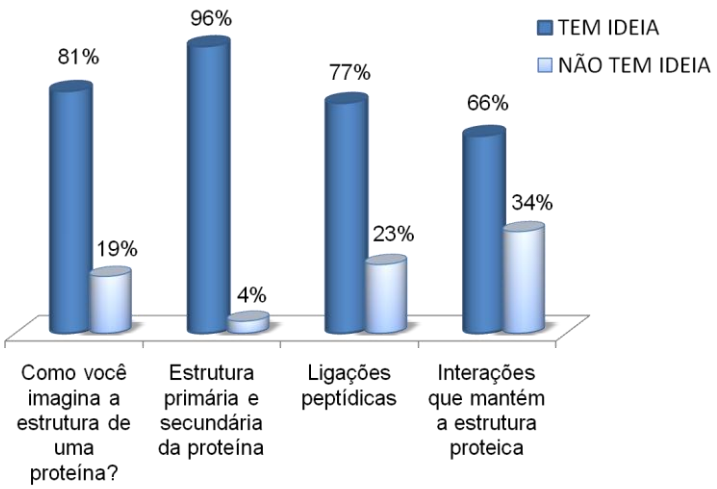


Figura 7 – Representação gráfica dos dados obtidos dos questionários aplicados aos alunos sobre estrutura proteica, após aplicação da atividade prática com os clipes (turma da noite). N = 26 alunos.

Podemos observar que os alunos têm uma boa compreensão da estrutura proteica e de suas interações, existe apenas uma diferença significativa entre as duas turmas quanto à compreensão da ligação peptídica, sendo que a turma da manhã não compreendeu muito bem e a turma da noite sim. Essa diferença deve-se, provavelmente, ao fato de que a turma da manhã não teve muito comprometimento com o curso durante o ano, sendo alvo de muitas reclamações por parte de todos os professores, devido ao desinteresse de forma geral (já comentado no item anterior). Mesmo assim, os resultados obtidos demonstram que os alunos compreenderam a atividade proposta e a estrutura proteica, como era o objetivo.

Em uma das questões foi perguntado aos alunos se eles acreditavam que a atividade auxiliou na compreensão da estrutura proteica (Questão 6 – Apêndice J). A resposta da grande maioria foi SIM, como mostra a figura 8.

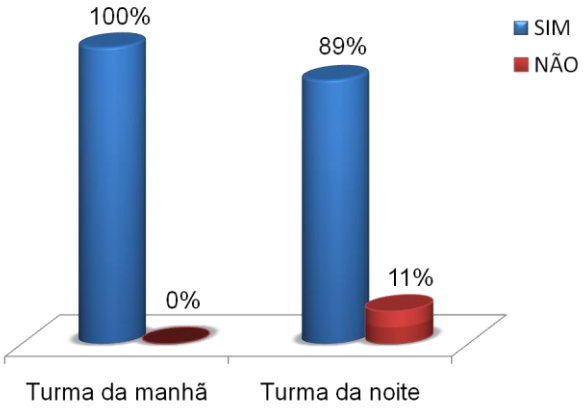


Figura 8 – Representação gráfica da resposta dos alunos a pergunta: “Você acredita que a atividade com os clipes ajudou a compreender melhor a estrutura proteica?”. Turmas de 2009 (manhã e noite).

Algumas respostas dos alunos a esta questão: “*Sim, muito! Pois, a prática auxilia o aluno. Guardei e com certeza não vou esquecer e isso é importante, pois, mostra que não foi só decoreba”; “Ajudou a entender como montar ligações peptídicas e como formar estruturas secundárias”; “Sim, muito, porque aprendi como são as interações entre as moléculas das proteínas se ligam com a cadeia lateral”.*

Realizamos novamente a atividade com os clipes para ajudar no estudo da estrutura proteica com as turmas de 2010 (manhã e noite), no primeiro semestre do ano. Na turma da manhã 30 alunos participaram da atividade e na turma da noite foram 37. Fizemos apenas algumas modificações nas questões para melhorar o

diagnóstico da atividade (Apêndice K). Os resultados obtidos estão representados nas figuras 9 e 10.

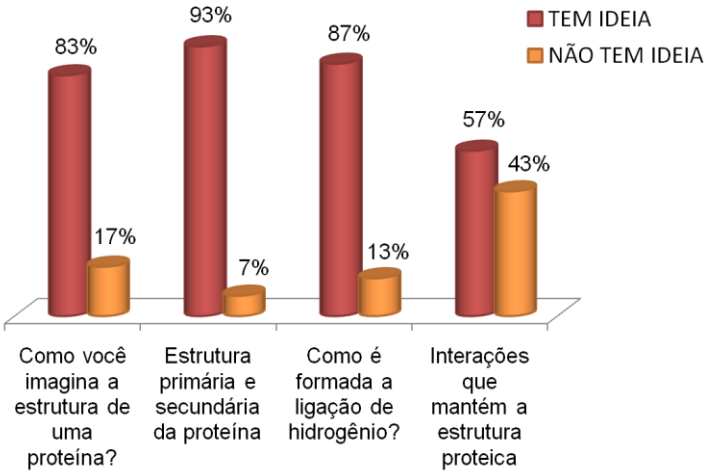


Figura 9 – Representação gráfica dos dados obtidos dos questionários aplicados aos alunos sobre estrutura proteica, após aplicação da atividade prática com os clipes (turma da manhã). N = 30 alunos.

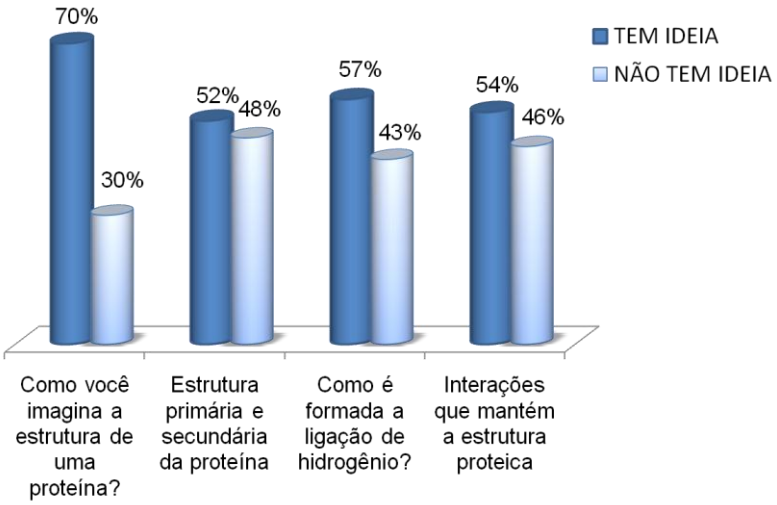


Figura 10 – Representação gráfica dos dados obtidos dos questionários aplicados aos alunos sobre estrutura proteica, após aplicação da atividade prática com os clipes (turma da noite). N = 37 alunos.

Com esses resultados podemos observar que houve uma compreensão maior por parte da turma da manhã em relação à turma da noite, mas podemos dizer que ambas as turmas compreenderam a atividade e a estrutura proteica de forma geral.

Em uma das questões (Apêndice K) foi perguntado aos alunos se eles acreditavam que a atividade auxiliou na compreensão da estrutura proteica, a resposta da grande maioria foi SIM, como mostra a figura 11.

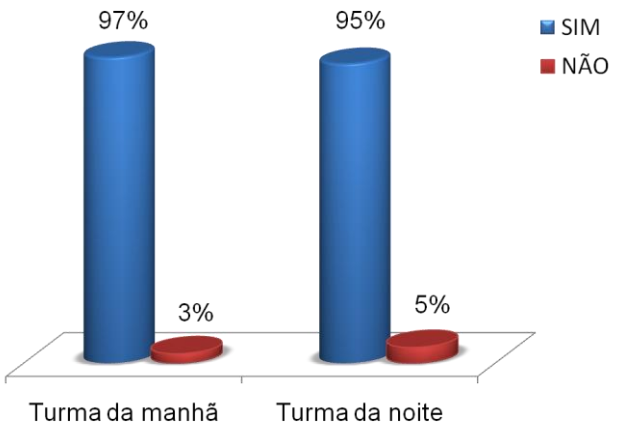


Figura 11 – Representação gráfica da resposta dos alunos a pergunta: “Você acredita que a atividade com os clipes ajudou a compreender melhor a estrutura proteica?”. Turmas de 2010.

Algumas respostas dos alunos a esta questão: “*Sim, já que podemos visualizar diferentes tipos de aminoácidos representados pelos clipes unidos que formam uma cadeia resistente...”; “Ajudou, podemos compreender como que funcionou as ligações, as cores ajudaram bastante e percebemos como que elas ficam quando se interagem com outras cadeias”; “Sim, pois nos dá uma noção maior de como é a estrutura protéica já que é algo que nós não vemos”.*

Tanto para a turma de 2009 quanto para a turma de 2010 houve uma compreensão da estrutura proteica por parte dos alunos, de forma geral. Então, podemos dizer que a atividade é uma proposta de complementação no ensino de estrutura de proteínas, podendo auxiliar o professor em suas aulas e os alunos em sua compreensão, essa atividade foi realizada em apenas uma aula (2h) e em grupo.

4.3.3 Literacia visual

Depois de realizada a intervenção descrita no item 3.3.3 com a turma de 2010, realizamos o teste de literacia visual para verificar se os alunos melhoraram sua compreensão das representações simbólicas com as intervenções realizadas. O teste 1 (Anexo 1), foi aplicado ao fim do segundo semestre de 2010 com as turmas da manhã e da noite, os resultados estão na tabela 6.

TESTE 1	Classificação das questões	Porcentagem de erro dos alunos na questão (turma da manhã) (%)	Porcentagem de erro dos alunos na questão (turma da noite) (%)
Questão 1	Muito básica	11	20
Questão 2	Muito básica	39	11
Questão 3	Muito básica	64	48
Questão 4	Muito básica	43	26
Questão 5	Básica	82	48
Questão 6	Básica	79	91
Questão 7	Básica	14	71
Questão 8	Básica	7	3
Questão 9	Média	71	48
Questão 10	Difícil	36	46
Questão 11	Média	71	31
Questão 12	Difícil	50	48

Tabela 6 – Porcentagem de erro dos alunos nas questões dos testes de literacia visual aplicado nas turmas de 2010 (manhã e noite). Turma da manhã N = 28 alunos e turma da noite N = 35 alunos.

O teste foi aplicado individualmente, em sala de aula, 28 e 35 alunos da manhã e da noite, respectivamente, participaram do teste.

Com o objetivo de comparar os resultados obtidos com o teste anterior, realizado com a turma de 2008, antes das intervenções, calculamos a média aritmética em porcentagem de erros por questão (todas as questões) e a média aritmética em porcentagem de erros por questão (questões básicas e muito básicas), os resultados estão na tabela 7.

	TURMA DE 2008		TURMAS DE 2010	
	TESTE 1	TESTE 2	TESTE 1 (MANHÃ)	TESTE 1 (NOITE)
Média em porcentagem de erros por questão (%)	68	72	47	41
Média em porcentagem de erros por questão (básicas e muito básicas) (%)	70	79	42	40

Tabela 7 – Comparação dos testes de literacia visual antes (2008) e depois (2010) das intervenções aplicadas.

Podemos observar que houve uma diminuição significativa da porcentagem de erros nas questões do teste de literacia visual na turma de 2010 em relação à turma de 2008. Esse é um indicativo de que as intervenções realizadas tiveram eficácia no aprendizado das representações simbólicas, o que pode influenciar de forma positiva o aprendizado da Bioquímica.

4.3.4 Interpretação de texto

Os alunos demonstraram mais interesse com a disciplina, participavam bastante em sala de aula em comparação as turmas anteriores, conforme íamos

desenvolvendo as intervenções. A interpretação de texto é um item complexo, pois dificilmente resolveríamos essa questão em um semestre ou até em um ano, já que seria necessário que os alunos se dedicassem à leitura e à escrita com mais frequência. Mas a atividade de incentivar a interpretar cada frase da matéria parece ter exercido certa motivação no aluno. Aplicamos a atividade para avaliar se houve melhora com a interpretação de texto (Apêndice F), a mesma atividade usada para diagnosticar o problema.

Analisamos as questões aplicadas nas duas turmas, com 28 alunos participando na turma da manhã e 36 na turma da noite, os resultados deste teste e do anterior a intervenção estão relacionados na tabela 8.

	Turmas de 2010 (antes da intervenção)		Turmas de 2010 (depois da intervenção)	
	Turma da manhã (% de erro na questão)	Turma da noite (% de erro na questão)	Turma da manhã (% de erro na questão)	Turma da noite (% de erro na questão)
Questão 2	55	31	25	22
Questão 3	69	61	82	67
Questão 4	17	3	14	6
Questão 5	3	0	0	3

Tabela 8 – Porcentagem de erro dos alunos nas questões de interpretação de texto (Apêndice F). Antes da intervenção: turma da manhã N = 29 alunos e turma da noite N = 36 alunos. Depois da intervenção: turma da manhã N = 28 alunos e turma da noite N = 36 alunos.

Pelo teste aplicado podemos observar que não houve uma diferença significativa na porcentagem de erros das questões antes e depois da intervenção, mas a professora-pesquisadora percebeu um maior envolvimento e interesse dos alunos desta turma em relação às demais, o que pode ser resultado do conjunto de

intervenções aplicadas pela mesma durante o ano. Essa percepção é fundamentada também nas declarações dos alunos no questionário final (item 4.3.9). Além disso, precisamos levar em consideração que a interpretação de texto é um ponto muito complexo a ser desenvolvido.

4.3.5 Significado das palavras

No apêndice F consta o texto dado aos alunos e pedido para que eles sublinhassem a palavra que não conheciam, ou que não conseguiam explicar o seu significado. Esse teste foi aplicado antes e depois de realizada as intervenções. Os resultados anteriores mostraram que os alunos desconhecem palavras importantes para o aprendizado de Bioquímica, depois que realizamos as intervenções, os alunos demonstraram que conhecem mais palavras, pois as assinaladas no texto foram em poucas quantidades. A tabela 9 relaciona as palavras importantes para a Bioquímica mais sublinhadas pelos alunos antes e depois da intervenção.

Palavras assinaladas no texto pelos alunos	Porcentagem de alunos que as assinalaram (antes da intervenção) (%)		Porcentagem de alunos que as assinalaram (depois da intervenção) (%)	
	Turma da manhã	Turma da noite	Turma da manhã	Turma da noite
Substratos	52	25	4	6
Oxidados	21	8	4	--
Vias metabólicas	35	39	--	3
Oxidativas	45	67	--	3
Proteolíticas	55	58	25	6
Hidrólise	48	28	4	8
Catalisada	48	28	7	8
Biossintéticas	62	75	4	3
Precursores	14	3	--	--
Enzimas proteolíticas	10	78	4	8

Tabela 9 – Palavras sublinhadas pelos alunos no texto e porcentagem de alunos que as assinalaram antes e depois da intervenção, ambos os casos nas turmas de 2010 (manhã e noite). Antes da intervenção: turma da manhã N = 29 alunos e turma da noite N = 36 alunos. Depois da intervenção: turma da manhã N = 28 alunos e turma da noite N = 36 alunos.

Como podemos observar a porcentagem de alunos que assinalaram palavras importantes para a Bioquímica foi bem menor depois de realizada a intervenção. Portanto, pedir aos alunos que perguntem durante a aula o significado das palavras e mesmo se eles não perguntarem, quando o professor perceber que uma palavra não faz parte do vocabulário do aluno é interessante escrever seu significado no quadro e repetir algumas vezes seu significado quando ela aparecer durante as aulas.

Através desta intervenção os alunos passaram a se familiarizar com as palavras novas e elas começaram a fazer parte do seu vocabulário.

4.3.6 Interpretação de gráficos

A atividade realizada com os alunos para explicar gráficos e sua interpretação descrita no item 3.3.6 (Apêndice M), foi avaliada aplicando o teste diagnóstico relacionado no Apêndice G, o qual já foi usado para diagnosticar o problema e usamos novamente para avaliar a atividade de intervenção.

Para compararmos os resultados anteriores com os resultados obtidos após realizar a intervenção, vamos organizá-los na tabela 10. Participaram da atividade antes da intervenção 28 e 35 alunos das turmas da manhã e noite, respectivamente, e 25 e 33 alunos das turmas da manhã e noite, respectivamente, depois da intervenção.

	Turma de 2010 antes da intervenção (porcentagem de alunos que não tem ideia da resposta da questão) (%)		Turma de 2010 depois da intervenção (porcentagem de alunos que não tem ideia da resposta da questão) (%)	
	Turma da manhã	Turma da noite	Turma da manhã	Turma da noite
Questão 1 A (interpretação dos gráficos)	39	34	12	15
Questão 2 A (construção de gráficos)	57	52	32	24
Questão 3 A (conclusão dos gráficos)	50	29	12	30
Questão 1 B (leitura do gráfico)	36	29	36	27
Questão 2 B (leitura do gráfico)	29	29	8	9
Questão 3 B (interpretação do gráfico)	43	29	16	12

Tabela 10 – Porcentagem de alunos que não tem ideia das respostas as questões realizadas na atividade de intervenção. Antes da intervenção: turma da manhã N = 28 alunos e turma da noite N = 35 alunos. Depois da intervenção: turma da manhã N = 25 alunos e turma da noite N = 33 alunos.

Podemos observar que houve uma diminuição significativa na porcentagem de alunos que não fazem ideia das respostas às questões depois de realizada a intervenção.

4.3.7 Provas em grupo

No 1º e 2° semestre de 2010 aplicamos provas em grupo, de 3, 4 e no máximo 5 alunos, toda vez que um tópico da disciplina chegava ao fim. Os alunos

declararam à professora-pesquisadora que esse tipo de atividade foi muito produtiva para eles, sentiram que aprenderam muito desta forma, como consta nos depoimentos relatados no item 4.3.9. Também percebemos grande participação dos alunos e empenho em ajudar o grupo a responder as questões. Esta atividade mostrou ser de grande valia para o aprendizado, percebemos melhora na prova individual em comparação com a turma do ano passado, que não tinha essa atividade em grupo.

4.3.8 Questões ao fim de cada aula

Os alunos destacam desde o primeiro questionário realizado com a turma de 2007 que as questões ao fim de cada aula ajudam muito no estudo e entendimento da disciplina, como podemos citar alguns depoimentos: *"...os questionários também ajudam bastante para exercitar o que foi aprendido", "...algo que ajudou a fixar os ensinamentos foram os questionários após cada aula", "...além disso os questionários ajudam muito"*.

Sendo assim, continuamos realizando esse método com as outras turmas e continuamos tendo depoimentos favoráveis além da percepção da professora-pesquisadora de que é um exercício que provoca resultados positivos, estimulando os alunos a aprender e a pesquisar, fazendo com que eles se envolvam mais com as aulas.

4.3.9 Questionário avaliativo final

Realizamos um questionário final com as turmas de 2010 (Apêndice N), responderam ao questionário 31 alunos da turma da manhã e 36 alunos da turma da noite. Os resultados estão nas tabelas 11 e 12.

	CF (%)	C (%)	I (%)	D (%)	DF (%)
Você acredita que a química fez muita falta para o aprendizado da Bioquímica	35	26	10	29	--
As provas em grupo ajudaram a compreender melhor as aulas	84	16	--	--	--
As explicações sobre o significado das palavras ajudaram a compreender melhor as explicações da professora	81	19	--	--	--
O auxílio na interpretação dos textos citados em sala de aula ajudou a compreender melhor a disciplina	74	23	3	--	--
Os exercícios ajudaram a compreender melhor os fluxogramas e as reações químicas das vias metabólicas	78	19	3	--	--
As aulas acrescentaram em seu conhecimento	84	16	--	--	--
O professor motivou para o conhecimento	97	3	--	--	--
O método aplicado foi adequado para o conhecimento	81	19	--	--	--
Você considera importante a Bioquímica para a sua profissão	74	26	--	--	--
Você se sentiu à vontade para questionar ou debater em sala	55	39	6	--	--
O professor explica com clareza o conteúdo da aula	97	3	--	--	--

Tabela 11 – Porcentagem de alunos que assinalaram determinado item de acordo com a frase – turma da manhã – 2010. N = 31 alunos.

	CF (%)	C (%)	I (%)	D (%)	DF (%)
Você acredita que a química fez muita falta para o aprendizado da Bioquímica	64	31	--	5	--
As provas em grupo ajudaram a compreender melhor as aulas	94	6	--	--	--
As explicações sobre o significado das palavras ajudaram a compreender melhor as explicações da professora	83	17	--	--	--
O auxílio na interpretação dos textos citados em sala de aula ajudou a compreender melhor a disciplina	86	11	3	--	--
Os exercícios ajudaram a compreender melhor os fluxogramas e as reações químicas das vias metabólicas	81	19	--	--	--
As aulas acrescentaram em seu conhecimento	81	19	--	--	--
O professor motivou para o conhecimento	97	3	--	--	--
O método aplicado foi adequado para o conhecimento	81	16	3	--	--
Você considera importante a Bioquímica para a sua profissão	72	25	--	--	3
Você se sentiu à vontade para questionar ou debater em sala	50	42	8	--	--
O professor explica com clareza o conteúdo da aula	97	3	--	--	--

Tabela 12 – Porcentagem de alunos que assinalaram determinado item de acordo com a frase – turma da noite – 2010. N = 36 alunos.

Podemos observar que a grande maioria dos alunos, das turmas da manhã e da noite, acredita que as provas em grupo, a explicação dos significados das palavras, o auxílio na interpretação dos textos e os exercícios, ou seja, as intervenções ajudaram a compreender a Bioquímica.

A maioria também acredita que as aulas acrescentaram para o seu conhecimento, o professor motivou o aprendizado, o método aplicado foi adequado, a Bioquímica é importante para a sua profissão e que o professor explica os conteúdos com clareza.

Houve uma diferença significativa na resposta de “você acredita que a química fez muita falta para o aprendizado da Bioquímica”, 61% dos alunos da turma da manhã concordam ou concordam fortemente, enquanto na turma da noite são 95% dos alunos, somando as duas porcentagens (concordo fortemente + concordo). Essa diferença pode estar relacionada ao fato de que a turma da manhã teve uma base melhor de química, anterior à bioquímica, ou uma maior afinidade com a matéria, mas nenhuma investigação a respeito foi feita, pois mesmo havendo essa diferença significativa, podemos considerar que a maioria dos alunos acredita que a química fez falta para o aprendizado, mas comentam nos depoimentos que esta falta foi sanada com as atividades realizadas pela professora-pesquisadora (intervenções), como vamos descrever a seguir.

No questionário foi perguntado ao aluno quais são suas principais dificuldades com o aprendizado de Bioquímica (questão discursivas) e pedido ao aluno que fizesse algum comentário que julgasse importante para a melhoria da disciplina de Bioquímica. Podemos citar algumas respostas:

Depoimentos dos alunos da turma da manhã: *"...as atividades em grupo com aplicação de provas auxilia muito pois acabamos lembrando na prova individual e aprendendo não somente decorando...", "...o método de ensino é muito favorável, não tornando a aula cansativa, já que a matéria é extremamente mais difícil, os exemplos dados em sala, que fazem parte do nosso cotidiano associando a Bioquímica fazem com que possamos nos situar", "As dificuldades eram as palavras diferentes, mas com as explicações dos significados, ajudou muito", "Para se entender bem Bioquímica, a química tem que estar bem esclarecida, que não foi o meu caso, pois sempre tive dificuldades, mas o método que a professora utilizou, fez eu perder o medo dessas matérias que se julgam impossíveis de entender, como a química e consequente, Bioquímica", "As aulas dinâmicas, com questões no final da aula fez toda a diferença para o aprendizado, e esclarecimento de palavras e textos", "...para melhorar acho que não preciso mais de nada tudo está muito claro e objetivo, os trabalhos, as provinhas e as prova bimestrais", "...o método de aplicar provas em grupos também fez com que melhorasse o aprendizado, pois um ajuda o outro nas dúvidas"*

Depoimentos dos alunos da turma da noite: *"As questões aplicadas no final de cada aula ajudaram muito a tirar as dúvidas", "A professora soube usar métodos em que me estimulou a aprender e querer ir atrás de livros para compreender mais", "Os exercícios e provinhas dadas em sala de aula são muito produtivos", "Os métodos utilizados nas aulas foram de extrema importância para assimilação da matéria, foram dinâmicos e não tornaram a aula cansativa", "O que ajudou bastante foi as provas em grupo que ajudou a ter maior esclarecimento", "A forma como foi conduzida a aula com a explicação etapa por etapa das reações foi imprescindível ao aprendizado assim como a explicação do significado de novas palavras*

presentes no conteúdo, os trabalhos em grupo e os exercícios são excelentes técnicas, pois o debate ajuda a compreender e exercitar a leitura e compreensão e fixar o conteúdo", "As provas em grupo, onde geram discussões faz com que me lembre melhor na hora de estudar e fazer a prova individual"

Pelos depoimentos dos alunos podemos concluir que as atividades ajudaram muito a sanar suas principais dificuldades, eles declaram que sentiam dificuldade no início e que os métodos aplicados durante a disciplina ajudaram muito. Ressaltam a importância das provas em grupo, dos exercícios ao fim de cada aula, da explicação do significado das palavras e das atividades em geral. A seguir vamos comparar esses depoimentos com aqueles das turmas anteriores a 2010 (antes das intervenções).

4.4 Análise comparativa das respostas as questões discursivas

É importante analisarmos as respostas as questões discursivas dos questionários realizados com os alunos desde 2007 (Apêndices C, D, E, I e N), para que possamos saber se houve melhora no aprendizado segundo a opinião dos alunos.

Para realizar essa análise foi feita a leitura de todas as respostas a todos os questionários, anotado as principais dificuldades enumeradas pelos alunos, os resultados estão na tabela 13.

Porcentagem de alunos que apontaram as dificuldades abaixo em cada turma (%)	Turma de 2007 (1° sem)	Turma de 2007 (2° sem)	Turma de 2008 (2° sem)	Turma de 2009 (1° sem manhã)	Turma de 2009 (1° sem noite)	Turma de 2010 (2° sem manhã)	Turma de 2010 (2° sem noite)
Poucas aulas de Bioquímica por semana (Falta de tempo)	34	39	42	13	25	--	6
Falta de base em química	27	28	30	75	60	19	14
Grande quantidade de nomes e informações	25	24	--	30	6	13	6
Entender a matéria de Bioquímica	31	39	40	75	44	7	14
Imaginar os “desenhos”	4	--	14	20	6	3	6

Tabela 13 – Comparação entre as principais dificuldades dos alunos das diferentes turmas.

Podemos observar que houve uma diminuição significativa na porcentagem de alunos, nas turmas de 2010, que tem dificuldades com o aprendizado da bioquímica, em relação às turmas anteriores. O que demonstra uma melhora geral no aprendizado da disciplina, pelo depoimento dos próprios alunos.

É importante compararmos também as frases que os alunos costumavam escrever antes e depois das intervenções:

Depoimentos de alunos da turma de 2007: *“...com relação as aulas são super claras mas a minha dificuldade age como um bloqueio e não consigo me lembrar de muitas coisas na aula seguinte...”, “...gosto muito do jeito que é passado, mas acho algumas palavras são focadas, para quem tem maior conhecimento na área”, “O uso de nomes de enzimas ou outros elementos ciclos é difícil de se memorizar, nomes*

parecidos confundem na interpretação da matéria. A matéria é extensa e deve ser compactada num curto período de tempo, talvez seja necessário maior número de aulas".

Depoimentos de alunos da turma de 2008: *"...pois temos muito pouco tempo para tanto conteúdo", "...deveria ter mais aulas semanais, o professor tem que passar rápida a matéria para que possa concluir seu trabalho, tendo mais aulas seria a aprendizagem melhor", "...dificuldade em fazer a relação entre uma matéria e outra...", "...eu tenho dificuldade em tudo, impossível enumerar tudo é difícil", "minha maior dificuldade são os desenhos as estruturas eu particularmente não consigo imaginar esses desenhos acontecendo", "acho necessária uma introdução em química, pois no ensino médio, a base que temos é péssima".*

Depoimentos de alunos das turmas de 2009, manhã e noite: *"...outra coisa é saber os ciclos de onde vem e para onde vai e de onde surge, para que serve", "a matéria é muito complicada, a professora explica bem, mais o problema é a matéria", "...quando o professor diz - o alimento é quebrado no organismo se transformando em moléculas elétrons - isso dificulta meu entendimento", "o pouco tempo que a professora tem para passar todas as aula, pois são muitos detalhes, muitas fórmulas para se decorar em pouco tempo".*

Depoimentos de alunos das turmas de 2010, manhã e noite: *"A Bioquímica é uma matéria mais envolvente que a química, mas é muito complexa, e apesar disso o ensino nas aulas é bem claro, e por mais que as matérias sejam complicadinhas o método aplicado é muito adequado, aprendi muito nas aulas de Bioquímica e o melhor quando a gente aprende não esquece mais e isso é toda a diferença", "Os métodos usados pela professora ajudou muito para o conhecimento do nosso*

metabolismo, como são feitas as reações, enfim me ajudaram e não tive dificuldade nenhuma", "A falta de conhecimento em química, mas fiquei muito feliz nas aulas de Bioquímica pela forma que a professora me ensinou a gostar dessa matéria pois achava que seria mais uma matéria que teria grandes dificuldades", "...vale lembrar que o método de ensino é muito favorável não tornando a aula cansativa já que a matéria é interessante mas difícil", "Os processos da Bioquímica é tudo muito complexo, mas através das explicações, exercícios, interação professor e aluno, pude armazenar além do que eu mesma esperava"

Através dos depoimentos dos alunos das turmas de 2007, 2008 e 2009 em comparação com os depoimentos dos alunos das turmas de 2010, podemos observar uma mudança em relação à satisfação do aluno com o aprendizado em Bioquímica. Os alunos das turmas de 2010 parecem estar mais satisfeitos com os métodos utilizados e confortáveis com o aprendizado de Bioquímica, além de apontarem menos dificuldades (Tabela 13).

5. DISCUSSÃO

Corroborando o estudo de Vargas (2001) os alunos de bioquímica relataram em nossa pesquisa que sentem dificuldade com o aprendizado devido à grande quantidade de estruturas e reações químicas. Além de seus depoimentos, os testes diagnósticos apresentados reforçaram essa constatação. Os alunos também têm dificuldade em entender as representações externas (ERs), literacia visual, assim como constataram Schönborn e Anderson (2006) em seus estudos sobre a importância da literacia visual para o ensino de Bioquímica. A dificuldade com as representações externas foi declarada pelos alunos através dos depoimentos, como por exemplo: *"Minha maior dificuldade são os desenhos, as estruturas, eu particularmente não consigo imaginar esses desenhos acontecendo..."*. Essa deficiência foi confirmada através do teste de literacia visual desenvolvido por Oliveira, 2010, os resultados estão descritos no item 4.3.3.

Como é necessário que o aluno tenha subsunçores em sua estrutura cognitiva para aprender significativamente (Ausubel *et al*, 1980), realizamos atividades (intervenções) com o objetivo de fornecê-los, de modo que uma nova informação adquira um significado ao aluno. Por exemplo, quando íamos explicar a via glicolítica estudávamos antes conceitos de reações reversíveis, sequenciais, o significado de ATP e ADP, NADH, para que o aluno conseguisse fazer ligação entre os conceitos já existentes e os que seriam apresentados a seguir.

De acordo com Lowe (2003), a literacia visual engloba a habilidade de ler e escrever ERs, incluindo pensar, aprender e se expressar através de imagens. Através das nossas atividades procuramos fazer com que os alunos desenvolvessem essas habilidades e não somente realizassem um aprendizado mecânico (Ausubel, 1960) como era antes. Com os resultados obtidos podemos dizer que os alunos desenvolveram essas habilidades, de forma geral, pois tivemos

uma melhora significativa no teste de literacia visual (item 4.3.3) e em seus depoimentos demonstraram uma maior satisfação com o aprendizado em relação às turmas anteriores (item 4.4).

A aprendizagem receptiva significativa (Tavares, 2005) em sala de aula convencional com giz e quadro-negro foi alcançada através do estímulo, por parte da professora-pesquisadora, com a realização das atividades de aprendizagem ativa (intervenções), onde os alunos se sentiram à vontade para participar e discutir entre eles durante a aula. Os resultados indicam que estas atividades foram bem avaliadas pelos alunos, pois eles se sentiram motivados a participar e a aprender, como nos mostra o depoimento de um aluno: *"... os métodos usados me fizeram sentir vontade de buscar os livros para saber mais"*. O aprendizado ativo (item 1.2.1) faz com que os alunos se envolvam e tenha um comprometimento maior com o processo de aprendizagem, como pudemos constatar em nossos resultados.

O professor deve ser um agente mediador propondo desafios aos seus alunos e ajudando-os a resolvê-los (Vygotsky, 1988), proporcionando atividades em grupo, em que aqueles que estiverem mais adiantados possam cooperar com os que tiverem mais dificuldades. Sendo assim, realizamos a atividade de prova em grupo para proporcionar o aprendizado colaborativo (item 1.2.2) e tivemos resultados positivos (item 4.3.7) como podemos destacar o depoimento de um aluno: *"...as atividades em grupo com aplicação de provas auxilia muito pois acabamos lembrando na prova individual e aprendendo não somente decorando..."*.

As atividades propostas não ocupam muito tempo de aula e não requerem muito trabalho de preparação por parte do professor (trabalho extra-classe), então, ele poderá realizar essas atividades durante o semestre letivo sem ficar atrasado

com a matéria e sem onerar mais trabalho para si, já que elas tem uma eficiência considerável e valem a pena serem levadas em consideração para que o aluno tenha uma melhor compreensão da disciplina de Bioquímica.

6. CONCLUSÕES

Através do trabalho desenvolvido na pesquisa, podemos afirmar que conseguimos:

- ✓ Diagnosticar as principais dificuldades com o ensino e a aprendizagem de Bioquímica no curso de Nutrição de uma Instituição de Ensino Superior da rede particular, através de questionários com questões objetivas e dissertativas e testes específicos;
- ✓ Realizar atividades específicas de acordo com os problemas identificados (Intervenções: exercícios e teoria de conceitos químicos, atividade prática sobre estrutura das proteínas, exercícios de literacia visual, de interpretação de texto, de significado das palavras novas, de interpretação de gráficos, provas em grupo e exercícios ao fim de cada aula);
- ✓ Realizar provas em grupo e obter um resultado positivo, indicando que é um método de aprendizagem satisfatório;
- ✓ Analisar os resultados obtidos com as intervenções;
- ✓ Concluir que todas as atividades ajudaram no aprendizado da disciplina de Bioquímica e que é possível realizar intervenções que contribuam dentro desta realidade de ensino.

Sendo assim, podemos dizer que as atividades propostas neste trabalho podem ser utilizadas por professores que tiverem interesse em melhorar o processo de ensino-aprendizagem em Bioquímica ou outra disciplina de interesse, pois temos resultados que demonstram que as atividades propostas foram eficazes.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ausubel, D.P. (1960), The use of advance organizers in the learning and retention of meaningful verbal material, Journal of Education Psychology, v.51, n.5, p.267-272.

Ausubel, D.P., Novak, J.D., Hanesian, H. (1980), Psicologia Educacional, Ed. Interamericana, 2ªed., Rio de Janeiro.

Armstrong, N., Chang, S.M., Brickman, M. (2007), Cooperative learning in industrial-sized biology classes, CBE-Life Sciences Education, v.6, n.1, p.63-71.

Astin, A.W. (1993), What Matters in College: Four Critical Years Revisited. San Francisco: Jossey-Bass.

Correa, B.B., Pinto P.R., Rendas A.B. (2003), How do learning issues relate with content in a problem-based learning pathophysiology course?, Advances in Physiology Education, v.27, p.62–69.

Correia, P.R.M., Dazzani, M., Marcondes, M. E. R., Torres, B. B. (2004), A Bioquímica como ferramenta interdisciplinar, Revista Química Nova na Escola, n.19.

Correia, P.R.M., Torres, B.B. (2007), Using Denatured Egg White as a Macroscopic Model for Teaching Protein Structure and Introducing Protein Synthesis for High School Students, Journal of Chemical Education, v.84, p.1941-1944.

Cox, J. (1993), Cultural Diversity in Organizations: Theory, Research, and Practice, San Francisco: Berrett-Koehler Publ.

Crossley, L.G., Anderson, T.R., Grayson, D.J. (1996), Proceedings of the 14th International Conference on Chemical Education, Royal Australian Chemical Institute, Queensland, Austrália.

Crouch, C.H., Mazur, E. (2001), Peer instruction: ten years of experience and results, American Journal of Physics, v.69, p.970–977.

Cunha, M. I. (1998), O professor universitário na transição de paradigmas, Araraquara-SP: JM Editora.

Debald, B.S. (2003), A docência no ensino superior numa perspectiva construtivista Seminário Nacional - Estado e Políticas Nacionais no Brasil, Cascavel – PR.

Freire, P. (2003), Pedagogia da autonomia, São Paulo: Paz e Terra, 27ªed., 148p.

Freeman, S., O'Connor, E., Parks, J.W., Cunningham, M., Hurley, D., *et al* (2007), Prescribed active learning increases performance in introductory biology, CBE - Life Sciences Education, v. 6, n.1, p.32-39.

Guimera, R., Uzzi, B., Spiro, J., Amaral, L.A. (2005), Team assembly mechanisms determine collaboration network structure and team performance, Science, v.308, n.5722, p.697-702.

Hull, T.L. (2003), Student's use of diagrams for the visualization of biochemical processes, Dissertação de Mestrado, Universidade de KwaZulu-Natal, África do Sul.

Johnson, R.T., Johnson, D.W., Stanne, M.B. (1986), Comparison of computer-assisted cooperative, competitive, and individualistic learning, American Educational Research Journal, v.26, p.382-392.

Knight, J.K., Wood, W.B. (2005), Teaching more by lecturing less, Cell Biology Education, v.4, p.298-310.

Lowe, R.K. (2003), From model organisms to organismal models: visualising complex genomic datasets, Biosilico, v.1, p.23-26.

Ludke, M., André, M.E.D.A. (1986), Pesquisa em educação: abordagens qualitativas, São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda.

Marzzoco, A, Torres, B.B. (1999), Bioquímica Básica, 2ªed., Ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.

Masetto, M. T. (2001), Docência na universidade, 3ªed., Campinas – SP: Papirus.

McLeod, P.O., Lobel, S.A., Cox, T.H. (1996), Ethnic diversity and creativity in small groups, Small Group Research, v.27, n.2, p.48-65.

Michael, J. (2006), Where's the evidence that active learning works?, Advances in physiology education, v.30, p.159-167.

Michael, P. (2004), Does active learning work? A review of the research, International Journal of Engineering Education, n.3, v.93, p.223-231.

Monteiro, B.S., Cruz H.P., Andrade, M., Gouveia, T., Tavares, R., Anjos, L.F.C. (2006), Metodologia de desenvolvimento de objetos de aprendizagem com foco na aprendizagem significativa, XVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – Brasília.

Moreira, M.A., Masini, E.A.S. (1982), Aprendizagem significativa: a teoria de aprendizagem de David Ausubel, São Paulo: Editora Moraes, 112p.

Moreira, M.A. (1983), Uma abordagem cognitivista ao ensino de Física, Editora da UFRGS – Porto Alegre.

Oliveira, E. A. (2010), Desenvolvimento e avaliação de uma ferramenta para diagnóstico da literacia visual, contextualizada no estudo de vias metabólicas. Dissertação (Mestrado em Biologia Funcional e Molecular), Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 99f.

Piaget, J. (1998), Sobre a pedagogia: textos inéditos, São Paulo: Casa do Psicólogo, 362p.

Rivarola, V.A. (2000), Problem-based learning in veterinary medicine: protein metabolism, Biochem. Educ., v.28, p.30-31.

Rodrigues, M.I.R., Abib, M.L.V.S. (2010), Desenvolvimento profissional dos formadores de professores de ciências no contexto da inovação: subsídios teóricos e metodológicos para análise de um programa. Investigações em Ensino de Ciências (Online), v.15, p.201-218.

Schönborn, K.J., Anderson, T.R., Grayson, D.J. (2002), Student difficulties with the interpretation of a textbook diagram of immunoglobulin G (IgG), Biochemistry and molecular biology education, v.30, n.2, p.93-97.

Schönborn, K.J., Anderson, T.R. (2004), Conceptual and visualization difficulties with the interpretation of diagrams and images in biochemistry, FASEB J., v.18, C207.

Schönborn, K.J., (2005), Using student difficulties to identify and model factors influencing the ability to interpret external representations of IgG-antigen binding, Tese de doutorado, Universidade de KwaZulu-Natal, África do Sul.

Schönborn, K. J., Anderson, T. R. (2006), The importance of Visual Literacy in the Education of Biochemists, Biochemistry and Molecular Biology Education, v.34, n.2, p.94-102.

Skinner, B. (1975), Tecnologia do Ensino, São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda, 1ª reimpressão da 1ªed., 272 p.

Smith, A.C., Stewart, R., Shields, P., Hayes-Klosteridis, J., Robinson, P., Yuan, R. (2005), Introductory biology courses: a framework to support active learning in large enrollment introductory science courses, Cell Biology Education, v.4, n.1, p.43-56.

Tanner, K., Chatman, L.S., Allen, D. (2003), Approaches to cell biology teaching: cooperative learning in the science classroom - beyond students working in groups, Cell Biology Education, v.2, p.1-5.

Tavares, R. (2005), Animações interativas e mapas conceituais, XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, Rio de Janeiro.

Torres, B.B. (1993), An advance organizer for the teaching of metabolism, Biochemical Education, v.21, n.4, p.188-190.

Udovic, D., Morris, D., Dickman, A., Postlethwait, J., Wetherwax, P. (2002), Workshop biology: demonstrating the effectiveness of active learning in an introductory biology course, Bioscience, v.52, n.2, p.72-81.

Vargas, L.H.M. (2001), A Bioquímica e a aprendizagem baseada em problemas, Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular – RBEBBM, artigo 6, 1ªed.

Voet, D, Voet, J.G., Pratt, C.W. (2000), Fundamentos de bioquímica, Editora Artes Médicas, Porto Alegre – RS.

Vygotsky, L. (1988), Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem, São Paulo: Ícone.

Vygotsky, L. (1991), A formação social da mente, 4ªed., São Paulo: Martins Fontes, 168p.

Wood, W.B. (2009), Innovations in teaching undergraduate biology and why we need them, Annual Review of Cell and Developmental Biology, v.25, p.93-112.

8. APÊNDICES

APÊNDICE A

QUESTIONÁRIO SOBRE AS AULAS DE BIOQUÍMICA DO CURSO DE NUTRIÇÃO – 1º SEMESTRE DE 2008 – REALIZADO COM A TURMA 2007

1) Quantos anos você tem?

2) Fez o 1º grau em escola pública ou particular?

3) Fez o 2° grau em escola pública ou particular?

4) Quantos anos você ficou sem estudar, antes de entrar na faculdade?

5) Você trabalha? Qual cargo ocupa?

6) Por que escolheu fazer o curso de nutrição?

7) Você acha importante aprender bioquímica para o curso de nutrição?

8) Você gosta de Bioquímica?

9) Você entende Bioquímica?

10) Quais são suas principais dificuldades com a Bioquímica?

11) Você entende o que a professora explica? Quais dificuldades você sente?

12) A Bioquímica tem sido importante para a compreensão das disciplinas que você está tendo agora, neste semestre?

APÊNDICE B

QUESTIONÁRIO SOBRE AS AULAS DE BIOQUÍMICA DO CURSO DE NUTRIÇÃO – 1º SEMESTRE DE 2008 – REALIZADO COM A TURMA 2008

1) Quantos anos você tem?

2) Fez o 1º grau em escola pública ou particular?

3) Fez o 2° grau em escola pública ou particular?

4) Quantos anos você ficou sem estudar, antes de entrar na faculdade?

5) Você trabalha? Qual cargo ocupa?

6) Por que escolheu fazer o curso de nutrição?

7) Você acha importante aprender bioquímica para o curso de nutrição?

8) Você gosta de Bioquímica?

9) Você entende Bioquímica?

10) Quais são suas principais dificuldades com a Bioquímica?

11)Você entende o que a professora explica? Quais dificuldades você sente?

APÊNDICE C

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO SEMESTRAL DA DISCIPLINA DE BIOQUÍMICA DO CURSO DE NUTRIÇÃO

PROFª M.Sc. ANDREZA COSTA SCATIGNO JUNHO/2007

		CF	C	I	D	DF
1	Você sentiu dificuldade em bioquímica devido a falta de base em química.					
2	Você compreende a expressão glicose → piruvato → acetil CoA.					
3	As aulas serviram para a aplicação no curso de nutrição.					
4	As aulas atenderam suas expectativas.					
5	As aulas acrescentaram em seu conhecimento.					
6	O professor motivou para o conhecimento.					
7	O método aplicado foi adequado para o conhecimento.					
8	Você considera importante a bioquímica para a sua profissão.					
9	Você se sentiu à vontade para questionar ou debater em sala.					
10	O professor explica com clareza o conteúdo da aula.					
11	Você percebe que há planejamento das aulas.					

Concordo Fortemente (CF), Concordo (C), Indeciso ou Indiferente (I), Discordo (D), Discordo Fortemente (DF).

Dê uma nota geral (de zero a 10) para a disciplina:

Enumere suas principais dificuldades para o aprendizado da disciplina de bioquímica e faça um comentário que julgue pertinente para o aperfeiçoamento do curso:

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

APÊNDICE D

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO SEMESTRAL DA DISCIPLINA DE BIOQUÍMICA DO CURSO DE NUTRIÇÃO

PROFª M.Sc. ANDREZA COSTA SCATIGNO NOVEMBRO/2007

		CF	C	I	D	DF
1	Você acredita que a química fez muita falta para o aprendizado da bioquímica					
2	Ao fim do curso você se sente com uma boa base em bioquímica					
3	Você conseguiria fazer ligação entre os assuntos abordados					
4	As aulas atenderam suas expectativas.					
5	As aulas acrescentaram em seu conhecimento.					
6	O professor motivou para o conhecimento.					
7	O método aplicado foi adequado para o conhecimento.					
8	Você considera importante a bioquímica para a sua profissão.					
9	Você se sentiu à vontade para questionar ou debater em sala.					
10	O professor explica com clareza o conteúdo da aula.					

Concordo Fortemente (CF), Concordo (C), Indeciso ou Indiferente (I), Discordo (D), Discordo Fortemente (DF).

Dê uma nota geral (de zero a 10) para a disciplina:

Enumere suas principais dificuldades para o aprendizado da disciplina de bioquímica e faça um comentário que julgue pertinente para o aperfeiçoamento do curso:

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

APÊNDICE E

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO SEMESTRAL DA DISCIPLINA DE BIOQUÍMICA DO CURSO DE NUTRIÇÃO

PROFª M.Sc. ANDREZA COSTA SCATIGNO NOVEMBRO/2008

		CF	C	I	D	DF
1	Você acredita que a química fez muita falta para o aprendizado da bioquímica					
2	Ao fim do curso você se sente com uma boa base em bioquímica					
3	Você conseguiria fazer ligação entre os assuntos abordados					
4	As aulas atenderam suas expectativas.					
5	As aulas acrescentaram em seu conhecimento.					
6	O professor motivou para o conhecimento.					
7	O método aplicado foi adequado para o conhecimento.					
8	Você considera importante a bioquímica para a sua profissão.					
9	Você se sentiu à vontade para questionar ou debater em sala.					
10	O professor explica com clareza o conteúdo da aula.					

Concordo Fortemente (CF), Concordo (C), Indeciso ou Indiferente (I), Discordo (D), Discordo Fortemente (DF).

Dê uma nota geral (de zero a 10) para a disciplina:

Enumere suas principais dificuldades para o aprendizado da disciplina de bioquímica e faça um comentário que julgue pertinente para o aperfeiçoamento do curso:

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

APÊNDICE F

Os alimentos consumidos pelos seres humanos, após digestão e absorção, originam uma grande diversidade de substâncias que finalmente são distribuídas às células, fornecendo, basicamente, os substratos das vias metabólicas oxidativas e biossintéticas e os compostos que os seres humanos não têm a capacidade de sintetizar, como os precursores de coenzimas (as vitaminas), os ácidos graxos essenciais e os aminoácidos essenciais. O funcionamento global do organismo vai depender da qualidade dos nutrientes ingeridos. O objetivo deste capítulo é fornecer noções básicas sobre a composição de uma dieta balanceada, indispensável para a manutenção de um estado saudável.

18.1 NUTRIÇÃO PROTEICA

As proteínas constituintes dos organismos, quaisquer que sejam as suas funções, estão continuamente sendo renovadas. A reciclagem de proteínas alimenta e utiliza o "pool" de aminoácidos, que deve ser entendido não como um reservatório estático de moléculas, mas como um conjunto de aminoácidos "em trânsito" entre os processos de síntese e degradação. Este *pool* precisa ser continuamente suprido por aminoácidos exógenos, por várias razões:

1. O *pool* de aminoácidos nunca é integralmente aproveitado para síntese, porque as proteínas sintetizadas em um dado instante não são as mesmas que estão sendo degradadas: os aminoácidos não utilizados, ainda que sejam aminoácidos essenciais, são oxidados.
2. A gliconeogênese utiliza seletivamente os esqueletos de carbono dos aminoácidos glicogênicos, retirando-os do *pool* em proporções significativas.
3. Alguns compostos nitrogenados são constantemente degradados e seu nitrogênio, excretado na urina. Entre estes estão a creatinina, resultante da degradação de fosfocreatina, uma reserva energética do músculo, e o ácido úrico, produto de degradação das purinas.
4. Existe uma síntese contínua de proteínas cujos aminoácidos não retornam ao *pool*: são as proteínas constituintes de mucosas e camadas epidérmicas que estão sempre sendo renovadas, de cabelos e unhas.

Há, portanto, uma perda constante de nitrogênio, que se manifesta mesmo quando um indivíduo é submetido, por vários dias, a uma dieta isenta de proteínas. Em experimentos deste tipo, foi verificada uma perda de 11 g de nitrogênio na urina e 0,8 g nas fezes, no primeiro dia da dieta. Nos dias subseqüentes, a excreção diminuiu até atingir um valor constante de 3 g/dia na urina e 0,8 g/dia nas fezes. A perda de 3,8 g/dia de nitrogênio equivale a cerca de 24 g de proteína e, como mostra o experimento, é a excreção mínima obrigatória. Se o jejum for completo, um homem adulto de 70 kg chega a eliminar 80 g de proteína por dia. Com uma dieta balanceada, este indivíduo excretaria cerca de 16,5 g de nitrogênio (100 g de proteína) por dia. A *única* forma de repor esta perda e manter estável o *pool* de aminoácidos, de maneira a não restringir a síntese de proteínas e compostos nitrogenados, é a ingestão de proteínas.

As proteínas dos alimentos são digeridas e seus aminoácidos são transportados para dentro das células. A digestão é obtida por hidrólise catalisada por enzimas proteolíticas presentes no tubo digestivo: a digestão inicia-se no estômago e completa-se no intestino delgado. Os aminoácidos resultantes são absorvidos pela mucosa intestinal e distribuídos para os tecidos, que, portanto, recebem um conjunto de aminoácidos cuja composição varia de acordo com as proteínas na alimentação.

18.1.1 BALANÇO DE NITROGÊNIO

Um indivíduo adulto encontra-se em equilíbrio nitrogenado

A avaliação do metabolismo proteico de um indivíduo pode ser feita através do seu balanço de nitrogênio, a medida mais comumente utilizada para este fim. O balanço de nitrogênio é a diferença entre a quantidade de nitrogênio ingerido e a quantidade de nitrogênio excretado. A excreção de nitrogênio se dá, fundamentalmente, através da uréia eliminada na urina (em média, 90%) e de proteínas presentes nas fezes (10%), derivadas de proteínas não digeridas, da descamação da mucosa intestinal e também da flora intestinal. Vias minoritárias de excreção, como a transpiração, crescimento de cabelos e unhas e descamação da pele, não são computadas no cálculo do balanço nitrogenado.

Em um indivíduo adulto com dieta adequada, a eliminação equivale à ingestão e o balanço de nitrogênio é igual a zero; diz-se, então, que o estado é de *equilíbrio nitrogenado*. Quando aumenta o conteúdo proteico da dieta oferecida a um indivíduo em equilíbrio nitrogenado, após um período de adaptação, aumenta também a excreção de nitrogênio: a ingestão aumentada é compensada por uma maior eliminação de nitrogênio, permanecendo a condição de equilíbrio, embora com valores absolutos maiores. O conteúdo proteico de um indivíduo adulto não pode, portanto, ser aumentado com a dieta. O excesso de proteína ingerida é armazenado como triacilgliceróis.

O *balanço de nitrogênio negativo* ocorre quando a eliminação de nitrogênio é maior do que a ingestão. As condições que acarretam balanço de nitrogênio negativo são, além do jejum, dietas pobres em proteínas ou contendo proteínas de baixo valor biológico (p. 245) e dietas pobres em carboidratos. Diversas condições patológicas, como diabetes, câncer, infecções e situações de perda significativa de tecidos, como queimaduras graves, cirurgias etc., também provocam balanço negativo.

Deve-se notar que são bastante particulares as situações em que se estabelece um *balanço de nitrogênio positivo*, ou seja, excreção menor do que ingestão. Balanços positivos são verificados apenas quando há aumento real do conteúdo proteico por formação efetiva de tecido, como durante o crescimento, gravidez, lactação e convalescença.

18.1.2 VALOR NUTRICIONAL DAS PROTEÍNAS

Os alimentos de origem animal têm alto teor de proteína

Um dos parâmetros a ser considerado quando se avalia a importância de um alimento como fonte de proteínas é o seu conteúdo proteico, geralmente expresso em gramas de proteína por 100 g do alimento (%). O Quadro 18.1 mostra que carnes, peixes, laticínios e ovos são os mais ricos em proteína, chegando a conter de 10 a 100 vezes mais proteína que os vegetais. Cereais e legumes são relativamente pobres em proteínas; frutas e tubérculos, do ponto de vista das necessidades proteicas, são inadequados. Os alimentos básicos dos países em desenvolvimento, assim como os constituintes de dietas vegetarianas, têm, portanto, baixo teor proteico. A dieta típica da população brasileira de baixa renda é constituída, fundamentalmente, por uma mistura de três partes de arroz e uma de feijão, mistura esta que tem baixa concentração de proteína, em torno de 8%.

O real valor nutricional de um alimento, todavia, é refletido pela qualidade das proteínas que o compõem. A qualidade nutricional de uma proteína é aferida pela sua capacidade de prevenir alterações do conteúdo proteico dos indivíduos quando apenas a proteína em questão é oferecida na dieta como fonte de nitrogênio. A ocorrência ou não de espoliação proteica é monitorada por medida do balanço de nitrogênio. A *ovalbumina* é a proteína utilizada como padrão de referência.

Quadro 18.1 Conteúdo proteico de alimentos

Alimento[1]	Teor de proteína (g/100 g de alimento)
Carne bovina	27
Queijo	27
Fígado bovino	26
Peixe	22
Carne de frango	22
Carne de porco	21
Ovo	13
Feijão	6,0
Ervilha	5,1
Leite[2]	3,5
Milho	2,6
Batata	2,3
Arroz	2,0
Banana	1,4
Cenoura	1,1
Laranja	1,0
Mandioca	0,6
Maçã	0,2

[1]O conteúdo de proteína refere-se aos alimentos cozidos, exceto no caso das frutas, que são consideradas cruas.
[2]Leite contém caseína, uma proteína de excelente valor nutricional, mas tem alto teor de água.

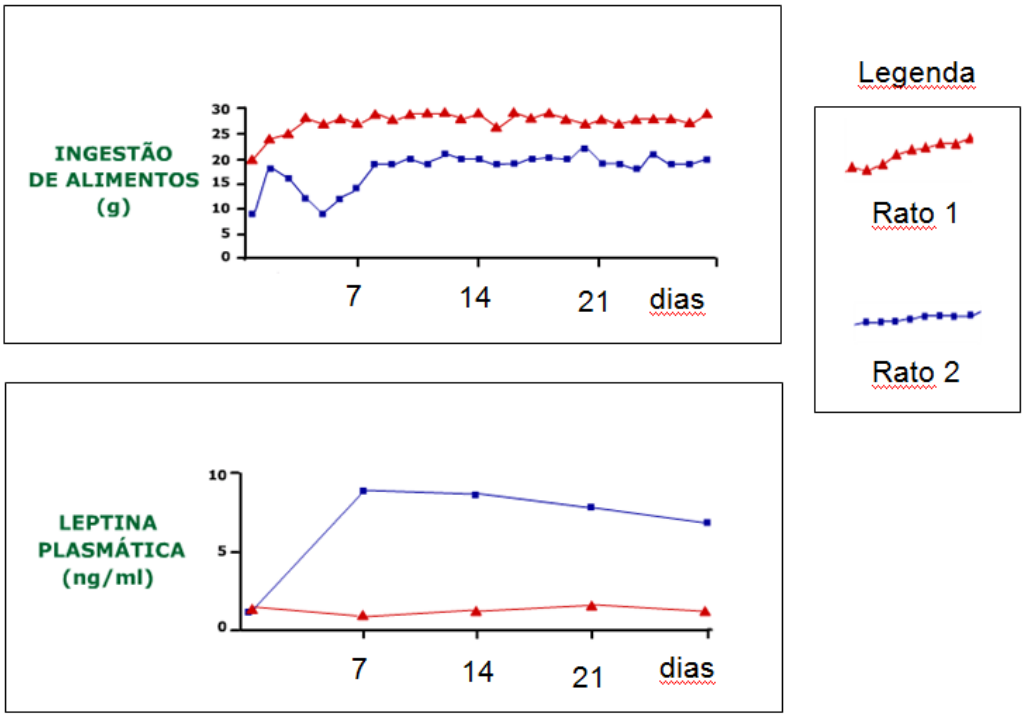
QUESTÕES DE INTERPRETAÇÃO DE TEXTO E SIGNIFICADO DAS PALAVRAS

1. Sublinhe as palavras que não fazem sentido para você, ou seja, que você não saberia explicar o significado.
2. Segundo o texto, por que precisamos ingerir as proteínas?
3. O que você entende da frase: “O pool de aminoácidos nunca é integralmente aproveitado para a síntese, porque as proteínas sintetizadas em um dado instante não são as mesmas que estão sendo degradadas”?
4. Explique com suas próprias palavras, o que é um equilíbrio nitrogenado? Se aumentarmos a ingestão proteica, como nosso organismo reage quanto a eliminação?
5. Para uma pessoa que precisa se alimentar com alto teor de proteína, qual prato seria mais adequado? Explique.
   a) Carne bovina, arroz e feijão (100 g de cada componente)
   b) Ovo, arroz e mandioca (100 g de cada componente)
   c) Carne de porco, batata e milho (100 g de cada componente)

APÊNDICE G

INTERPRETAÇÃO DE GRÁFICOS

A) Sabendo que a leptina é um hormônio que age no nosso cérebro inibindo o apetite e estimulando o gasto de energia, analise os gráficos abaixo e responda:

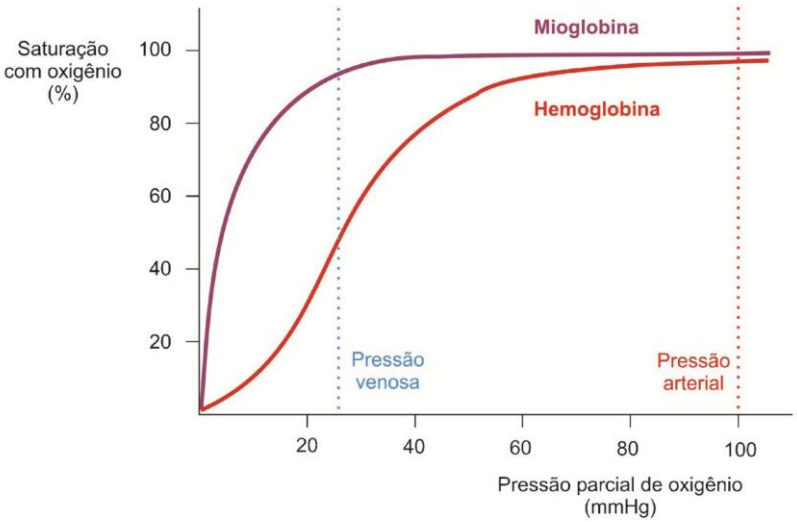


Qual é a relação observada entre a ingestão de alimentos e os níveis de leptina plasmática entre os ratos?

1) Esboce um gráfico de tempo (dia) x peso corporal (g), baseando-se nos gráficos, admitindo que o peso inicial é o mesmo e considerando que os dois ratos tem atividades físicas semelhantes

2) Podemos dizer que um rato tem maior tendência em ganhar peso que o outro? Explique sua resposta

B) Sabendo que a hemoglobina é uma proteína transportadora de O_2 e a mioglobina é armazenadora de O_2 nos músculos, analise o gráfico abaixo e responda:



1) Qual é a saturação com oxigênio, em porcentagem, da mioglobina e da hemoglobina na pressão venosa e na pressão arterial?

2) A mioglobina e a hemoglobina tem a mesma saturação com O_2 nas diferentes pressões parciais de oxigênio?

3) Quais são as principais diferenças observadas no gráfico entre a mioglobina e a hemoglobina?

APÊNDICE H

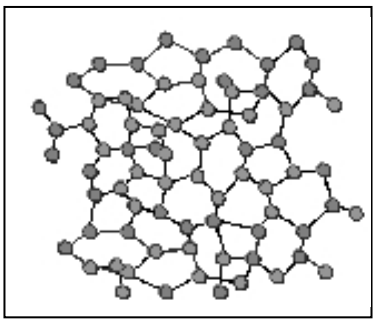
FÓRMULAS QUÍMICAS

1. FÓRMULA MOLECULAR

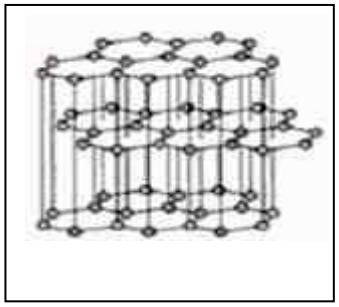
É uma representação de um composto químico. Por exemplo, a fórmula química da água é H_2O. Nesta fórmula aparecem letras e número. As letras representam os elementos químicos que se unem para formar a molécula de água. O número subscrito é chamado de índice e indica a quantidade de átomos do elemento presente em cada molécula. No exemplo da molécula de água, H_2O, significa que cada molécula de água é constituída por dois átomos de hidrogênio e 1 átomo de oxigênio. É interessante notar que o número 1 é omitido.

2. FÓRMULA ESTRUTURAL

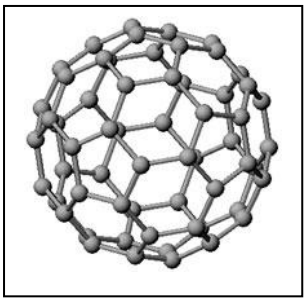
Refere-se ao arranjo dos átomos para formar um composto, logo, assim como é necessário manter uma mesma proporção no número de átomos para formar uma substância idêntica a outra, é necessário que os átomos (mesmo sendo iguais) sejam arranjados numa forma específica no espaço, diferenças na disposição dos átomos de carbono são o que diferenciam o diamante da grafite, por exemplo.



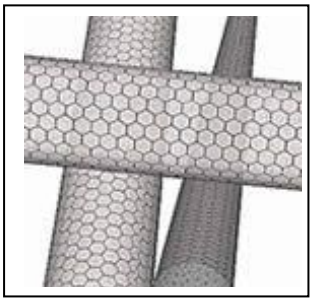
Negro de fumo – fuligem



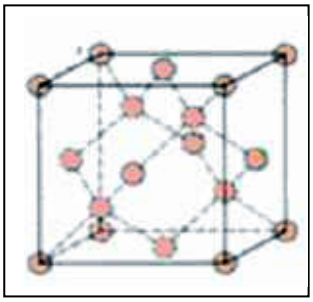
Carbono



Fulereno C_{60}



Nanotubos de carbono



Carbono diamante

A fórmula estrutural de uma substância é, portanto, a ordem como átomos se ligam entre si, como quando eles se ligam em formato de cristal (sal, diamante, etc...).

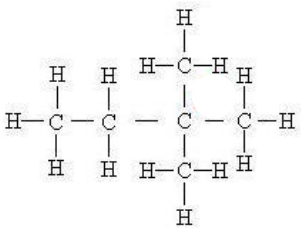
Exercícios:

1. Quantos átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio tem nas moléculas abaixo:

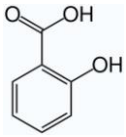
   a) $C_6H_{12}O_6$
   b) $C_{12}H_{24}O_{12}$
   c) HCOOH (ácido fórmico)
   d) CH_3COOH (ácido acético)
   e) CH_3CH_2OH (etanol)

2. A partir da fórmula estrutural abaixo monte a respectiva fórmula molecular:

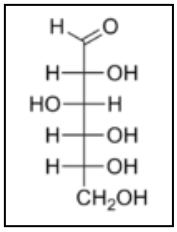
   a) O – O
   b) H – O – H
   c)

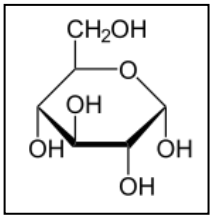


   d) Ácido salicílico



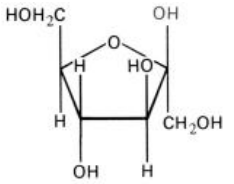
   e)





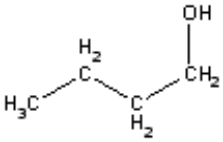
Fórmula linear da glicose Fórmula cíclica da glicose

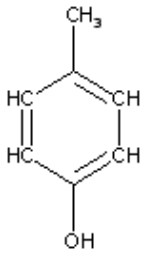
   f)

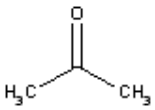


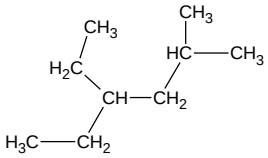
β-Fructose

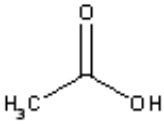
3. Agrupe os compostos abaixo de acordo com suas semelhanças e dê a fórmula molecular de cada um:

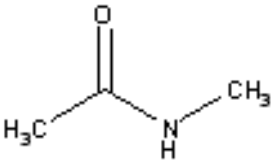


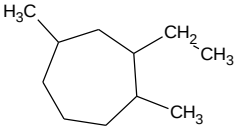


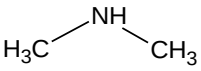


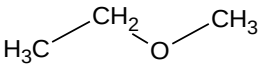


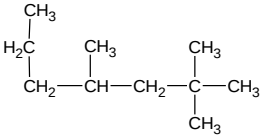












APÊNDICE I

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO SEMESTRAL DA DISCIPLINA DE BIOQUÍMICA DO CURSO DE NUTRIÇÃO

PROFª M.Sc. ANDREZA COSTA SCATIGNO JUNHO/2009

		CF	C	I	D	DF
1	Você acredita que a química fez muita falta para o aprendizado da bioquímica.					
2	Os exercícios aplicados pela professora nas primeiras aulas ajudaram no aprendizado da bioquímica.					
3	Os exercícios ajudaram a compreender melhor os fluxogramas e as reações químicas das vias metabólicas.					
4	As aulas acrescentaram em seu conhecimento.					
5	O professor motivou para o conhecimento.					
6	O método aplicado foi adequado para o aprendizado.					
7	Você considera importante a bioquímica para a sua profissão.					
8	Você se sentiu à vontade para questionar ou debater em sala.					
9	O professor explica com clareza o conteúdo da aula.					

Concordo Fortemente (CF), Concordo (C), Indeciso ou Indiferente (I), Discordo (D), Discordo Fortemente (DF).

Quais foram suas principais dificuldades para o aprendizado da disciplina de bioquímica?

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

APÊNDICE J

DOUTORADO – INVESTIGAÇÃO: CONCEITO DE ESTRUTURA PROTÉICA (2009)

1) Como você imagina que é a estrutura de uma proteína?
2) A estrutura primária da proteína é mantida por quais interações? E a estrutura secundária?
3) A ligação peptídica ocorre entre quais moléculas?
4) A ligação de hidrogênio acontece entre quais moléculas na estrutura protéica?
5) As forças que mantém a estrutura protéica são mais fortes ou mais fracas que a ligação peptídica? Qual a importância destas forças serem de intensidade diferente?
6) Você acredita que a atividade com os clipes ajudou a compreender melhor a estrutura protéica?

APÊNDICE K

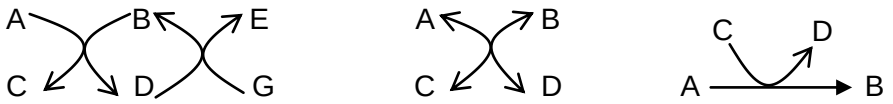
DOUTORADO – INVESTIGAÇÃO: CONCEITO DE ESTRUTURA PROTEICA (2010)

1) Como você imagina que é a estrutura de uma proteína?
2) Qual tipo de ligação mantém a estrutura primária da proteína estável? E a estrutura secundária?
3) A ligação de hidrogênio acontece entre todos os aminoácidos da proteína? Ocorre entre quais aminoácidos?
4) As forças que mantém a estrutura proteica são mais fortes ou mais fracas que a ligação peptídica? Qual a importância destas forças serem de intensidade diferente?
5) Você acredita que a atividade com os clipes ajudou a compreender melhor a estrutura protéica?

APÊNDICE L

1) Quantas reações químicas reversíveis existem nas vias metabólicas hipotéticas abaixo? Quais são os substratos e os produtos de cada reação?

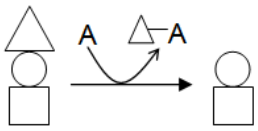
$$\begin{array}{c} A \rightarrow B \leftrightarrow C + D \\ \updownarrow \\ F \leftrightarrow E \end{array} \qquad \begin{array}{c} \text{Glicose} \rightarrow \text{Glicose-6-P} \leftrightarrow \text{Frutose-6-P} \\ \downarrow \\ \text{Frutose-1,6-bifosfato} \end{array}$$

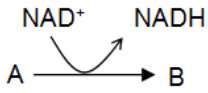


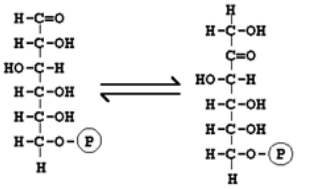
2) Sabendo que, os 4 tipos de reações químicas se caracterizam por:

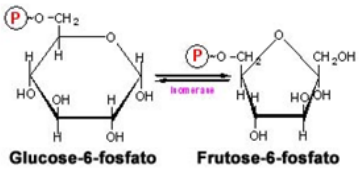
- Óxido-redução ocorre quando há transferência de elétrons juntamente com a transferência de H^+
- Fosforilação ocorre a transferência do grupo fosfato
- Isomerização é um rearranjo intramolecular
- Clivagem ocorre quando uma molécula é quebrada em duas

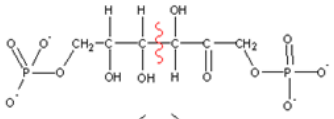
Classifique as reações químicas abaixo em um destes 4 tipos:

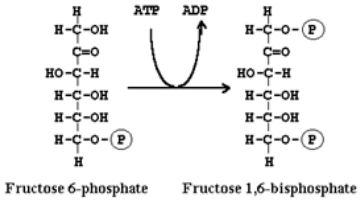


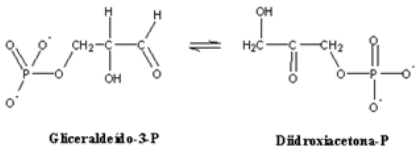




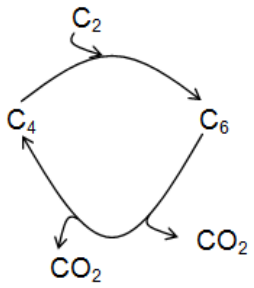






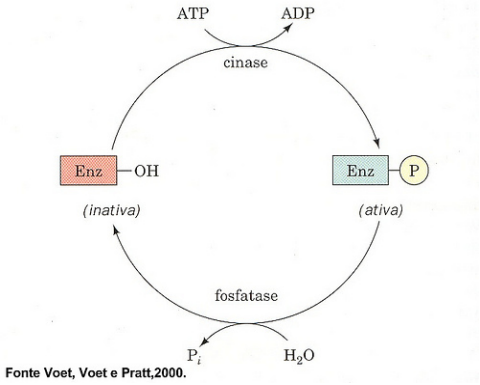


3) De acordo com o esquema abaixo responda:



a) O esquema representa reações cíclicas?
b) O que são reações cíclicas?
c) Se o ciclo der 5 voltas, quantas moléculas de C_6 serão formadas?
d) Se o ciclo der 6 voltas, quantas moléculas de CO_2 serão formadas?
e) Para o ciclo dar uma volta, quantas moléculas de C_4 são necessárias?
f) Como o ciclo faz para, a partir de uma molécula com 4 carbonos receber 2 carbonos e voltar a ter 4 carbonos ao final de uma volta?

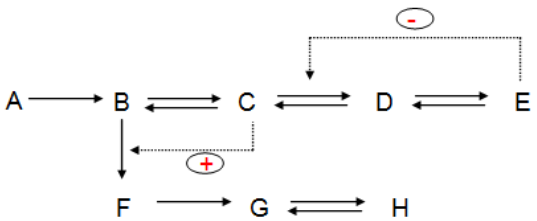
4) De acordo com o esquema abaixo, responda:



Fonte Voet, Voet e Pratt,2000.

a) É correto afirmar que a enzima ficará ativa quando ganhar um grupo fosfato do ATP?
b) O que é necessário ocorrer para que a enzima fique inativa?
c) Qual a importância desta regulação para o metabolismo em geral?

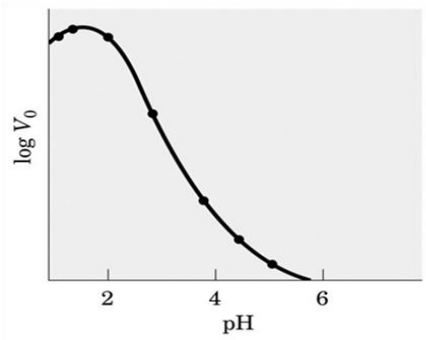
5) Sabendo que o sinal negativo indica inibição e o sinal positivo indica ativação, qual produto final da via representada abaixo é aumentado de acordo com a regulação?



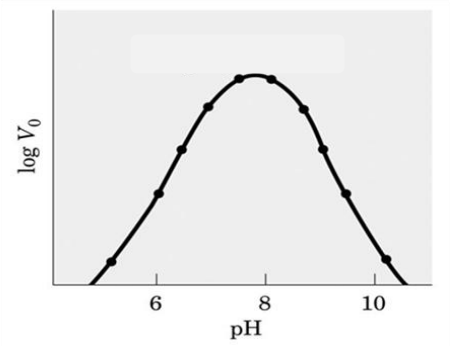
APÊNDICE M

Exercícios de interpretação de gráficos

1) A enzima pepsina atua no estômago dos animais e a enzima glicose-6-fosfatase atua dentro das células. a) Como estas informações podem ser comprovadas nos gráficos abaixo? b) Qual é o pH ótimo de cada enzima, aproximadamente? c) Em pH 6 qual enzima estará desnaturada? d) Em pH 2 qual enzima estará desnaturada?

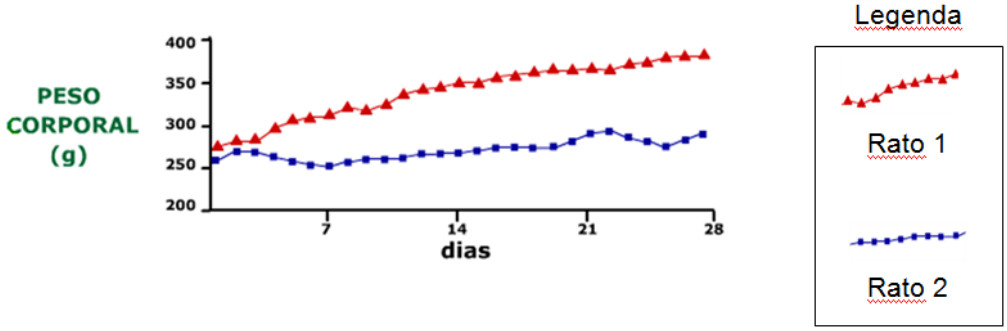


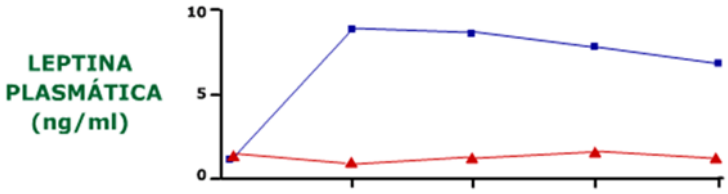
Pepsina



Glicose-6-fosfatase

2) Sabendo que a leptina é um hormônio que age no nosso cérebro inibindo o apetite e estimulando o gasto de energia, analise os gráficos abaixo e responda:





a) Qual é a relação observada entre a variação do peso corporal dos ratos e os níveis de leptina plasmática nos 28 dias?

b) Esboce um gráfico de tempo (dia) x ingestão de alimentos (g), baseando-se nos gráficos dados e sabendo que o rato 1 inicia se alimentando de 20 g e o rato 2 de 10 g de ração.

c) Podemos dizer que um rato tem maior tendência em ganhar peso que o outro? Explique sua resposta.

APÊNDICE N

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO SEMESTRAL DA DISCIPLINA DE BIOQUÍMICA DO CURSO DE NUTRIÇÃO

PROFª M.Sc. ANDREZA COSTA SCATIGNO DEZEMBRO/2010

		CF	C	I	D	DF
1	Você acredita que a química fez muita falta para o aprendizado da bioquímica.					
2	As provas em grupo ajudaram a compreender melhor as aulas.					
3	As explicações sobre o significado das palavras ajudaram a compreender melhor as explicações da professora.					
4	O auxílio na interpretação dos textos citados em sala de aula ajudou a compreender melhor a disciplina.					
5	Os exercícios ajudaram a compreender melhor os fluxogramas e as reações químicas das vias metabólicas.					
6	As aulas acrescentaram em seu conhecimento.					
7	O professor motivou para o conhecimento.					
8	O método aplicado foi adequado para o aprendizado.					
9	Você considera importante a bioquímica para a sua profissão.					
10	Você se sentiu à vontade para questionar ou debater em sala.					
11	O professor explica com clareza o conteúdo da aula.					

Concordo Fortemente (CF), Concordo (C), Indeciso ou Indiferente (I), Discordo (D), Discordo Fortemente (DF).

Quais foram suas principais dificuldades para o aprendizado da disciplina de bioquímica? Faça comentários que julgar importante para a melhoria da disciplina de bioquímica.

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

APÊNDICE O

PROVA EM GRUPO - PROTEÍNAS

Nome dos integrantes do grupo:

1.(1,5) As forças que mantém a estrutura proteica (interações de Van der Waals, ligações de hidrogênio, interações hidrofóbicas, pontes dissulfeto e interações eletrostáticas) são mais fortes ou mais fracas que a ligação peptídica? Qual a importância destas forças serem de intensidade diferente para a função da proteína?

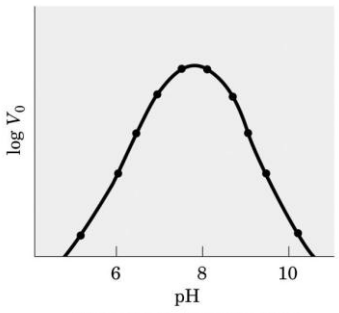
2.(1,5) Qual tipo de ligação mantém a estrutura primária da proteína estável? E a estrutura secundária?

3.(1,5) O fato dos aminoácidos pertencerem a mesma série esteroquímica (L-aminoácidos) ajuda na estrutura da proteína? Por quê?

4.(1,5) Dentre os 5 grupos de aminoácidos, classificados por características químicas em comum, existem 2 grupos de aminoácidos hidrofóbicos, qual a importância destes aminoácidos para a estrutura proteica?

5.(2,0) O que é desnaturação da proteína? Quais são os fatores que podem provocar desnaturação?

6.(2,0) Analise o gráfico abaixo. O que podemos concluir através deste gráfico? O que é pH ótimo? Por que é feita a medida da velocidade da reação química? Explique suas respostas.



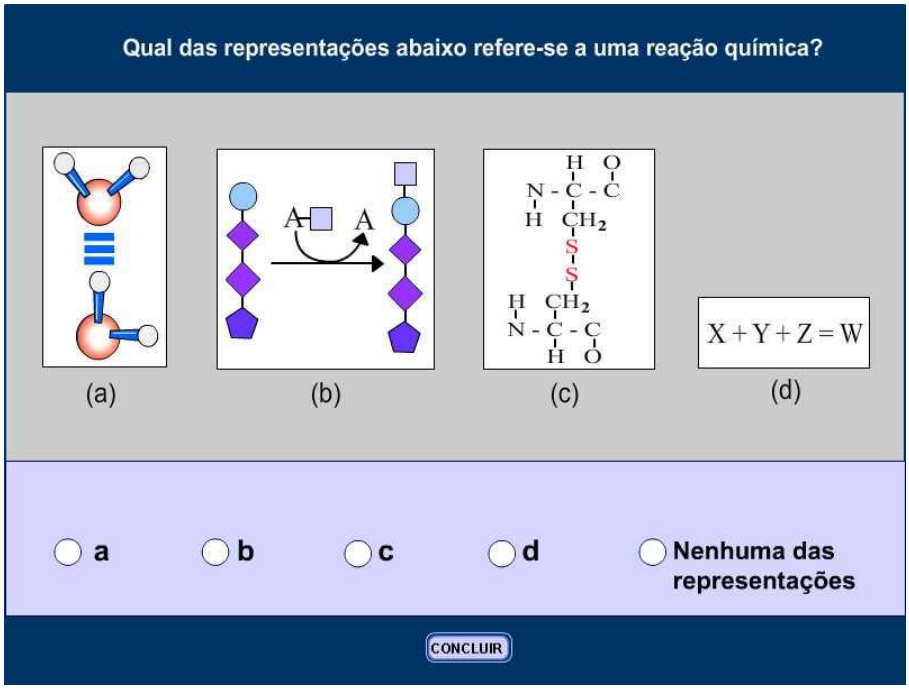
Glucose 6-phosphatase
(b)

9. ANEXOS

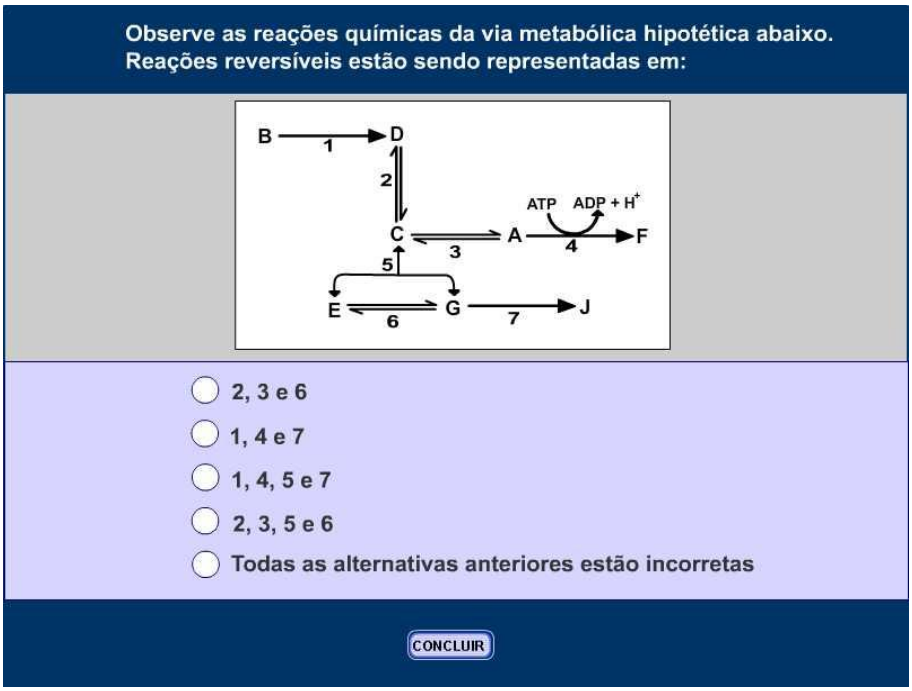
ANEXO 1

TESTE 1

QUESTÃO 1 (MUITO BÁSICA)

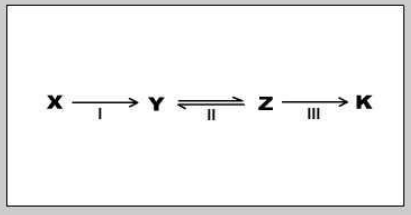


QUESTÃO 2 (MUITO BÁSICA)



QUESTÃO 3 (MUITO BÁSICA)

Qual das alternativas abaixo melhor define o papel de substratos e produtos participantes das reações químicas I, II e III?

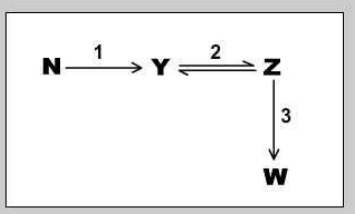


- Todos os compostos são substratos e produtos
- Os compostos X e K são substratos e produtos
- Os compostos Y e Z são substratos e produtos
- Os compostos Y e K são substratos
- Nenhuma das alternativas anteriores

CONCLUIR

QUESTÃO 4 (MUITO BÁSICA)

Analise substratos e produtos das reações abaixo e marque a opção correta:

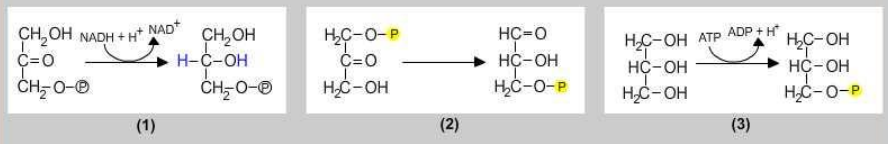


- Y é substrato e produto das reações 1 e 2
- W é substrato da reação 3
- Z é substrato e produto da reação 3
- N é produto da reação 1
- Todas as alternativas estão incorretas

CONCLUIR

QUESTÃO 5 (BÁSICA)

Analise as reações químicas e definições abaixo. Marque a opção correta de acordo com os esquemas



(1) (2) (3)

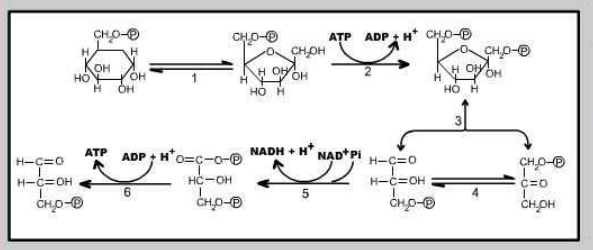
Reações:
Isomerização = *Rearranjos intramoleculares*
Óxido-redução = *Tranferência de elétrons juntamente com a transferência de H^+*
Fosforilação = *Transferência de grupamento fosfato (P)*
Clivagem = *Quebra de uma molécula em dois compostos*

- ◯ **Nas reações 2 e 3 ocorreu clivagem**
- ◯ **Na reação 1 ocorreu óxido-redução**
- ◯ **Na reação 3 ocorreu isomerização**
- ◯ **Na reação 2 ocorreu fosforilação**
- ◯ **Todas as alternativas estão incorretas**

CONCLUIR

QUESTÃO 6 (BÁSICA)

De acordo com as reações químicas apresentadas na via metabólica hipotética abaixo é correto dizer que:



Reações:

Isomerização = *Rearranjos intramoleculares*

Óxido-redução = *Tranferência de elétrons juntamente com transferência de H^+*

Fosforilação = *Transferência de grupamento fosfato (P)*

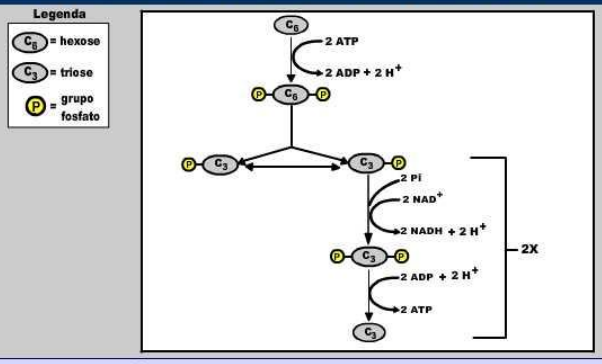
Clivagem = *Quebra de uma molécula em dois compostos*

- ◯ **Na reação 5 ocorreu clivagem**
- ◯ **Na reação 4 ocorreu fosforilação**
- ◯ **Nas reações 2 e 6 ocorreu óxido-redução**
- ◯ **Nas reações 1 e 4 ocorreu isomerização**
- ◯ **Todas as alternativas anteriores estão incorretas**

CONCLUIR

QUESTÃO 7 (BÁSICA)

Observe a via metabólica hipotética. Com relação ao gasto e produção de ATPs na via é correto afirmar que:

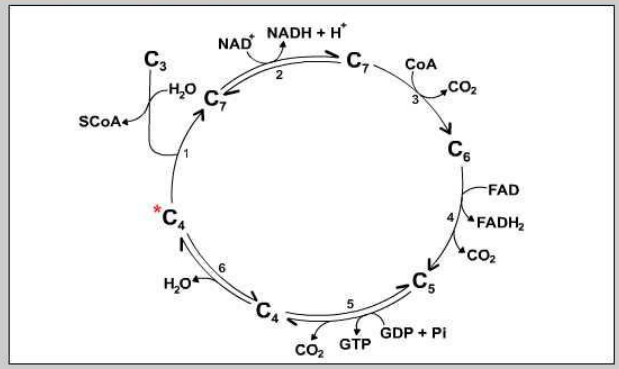


- São consumidos 2 ATPs e produzidos 4 ATPs
- São consumidos 2 ATPs e produzidos 2 ATPs
- É consumido 1 ATP e produzidos 2 ATPs
- São consumidos 0 ATPs e produzidos 4 ATPs
- Nenhuma das alternativas anteriores

CONCLUIR

QUESTÃO 8 (BÁSICA)

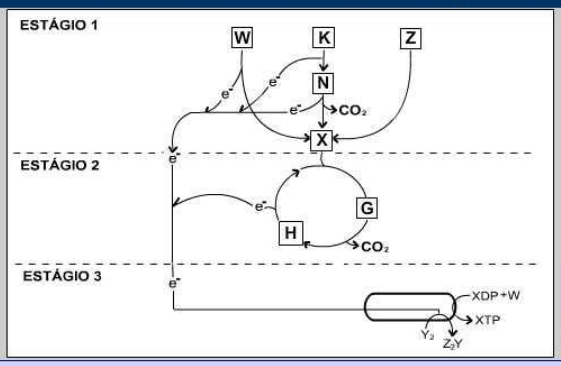
O esquema representa uma via metabólica hipotética. Iniciando-se o ciclo na reação 1 com uma molécula $^*C_3$ e 10 moléculas C_4, quantas moléculas $^*C_4$ haverá ao final de 10 voltas do ciclo?



- 9
- 1
- 10
- 0
- Nenhuma das alternativas anteriores

QUESTÃO 9 (MÉDIA)

O esquema representa reações seqüenciais que ocorrem em vias oxidativas hipotéticas. De acordo com o modelo, quais compostos são oxidados?



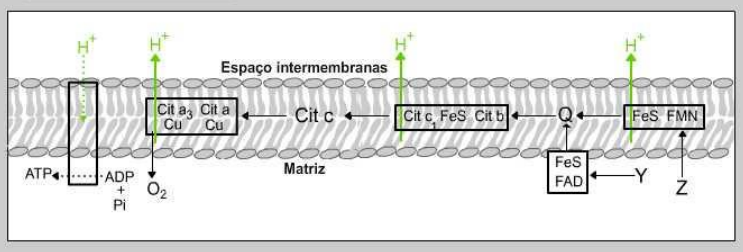
Compostos oxidados são aqueles que sofrem perda de elétrons

- W, K, Z, N, X, G e H
- W, K, N
- W, K, Z, N
- W, K, N e H
- Todas as alternativas anteriores estão incorretas

CONCLUIR

QUESTÃO 10 (DIFÍCIL)

O modelo abaixo representa um sistema dinâmico de transporte de elétrons do metabolismo oxidativo. É correto afirmar que os compostos doadores de elétrons para a via são:

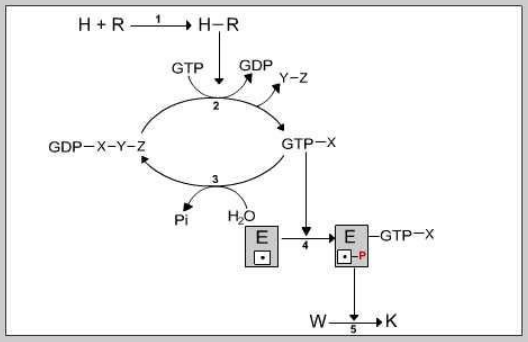


- O_2
- ADP + Pi
- Z e Y
- ATP
- Todas as alternativas anteriores estão incorretas

CONCLUIR

QUESTÃO 11 (MÉDIA)

O esquema representa uma via de sinalização celular. De acordo com os eventos apresentados é correto afirmar que:

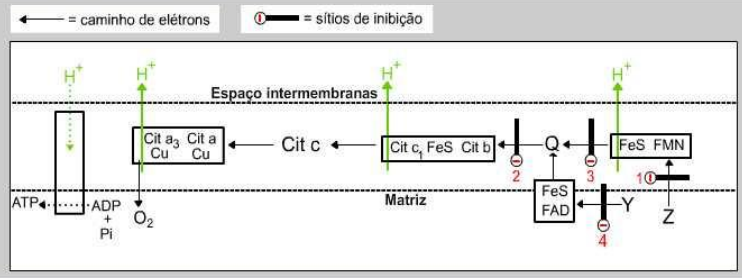


- Na reação 4 o GTP-X se liga à enzima provocando sua ativação. Estando ativada ela catalisa a reação 5 formando K a partir de W
- Na reação 2 a presença do H-R mantêm unidas as subunidades X-Y-Z ao GDP
- Na reação 3 a ausência de H-R dissocia as subunidades Y-Z e permite a ligação GTP-X
- O GTP-X é uma enzima que catalisa a reação 4
- Todas as alternativas acima estão incorretas

CONCLUIR

QUESTÃO 12 (DIFÍCIL)

O modelo hipotético representa reações seqüenciais de uma via oxidativa. Em qual sítio de inibição a transferência de elétrons até o aceptor final é completamente paralisada?



- Sítio 3
- Sítio 4
- Sítio 2
- Sítio 1
- Todas as alternativas estão incorretas

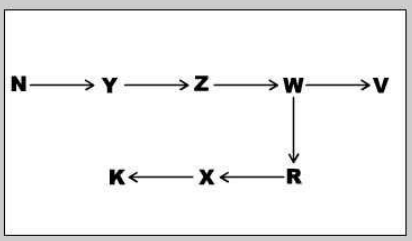
CONCLUIR

ANEXO 2

TESTE 2

QUESTÃO 1 (MUITO BÁSICA)

De acordo com o esquema abaixo estão sendo representadas:

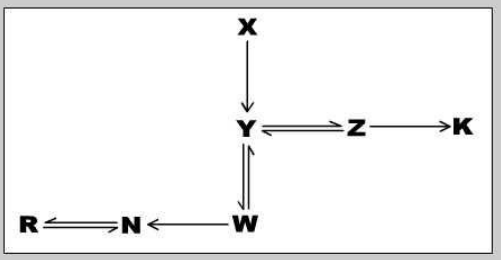


- 3 reações químicas
- 8 reações químicas
- 7 reações químicas
- 2 reações químicas
- Nenhuma das alternativas anteriores

CONCLUIR

QUESTÃO 2 (BÁSICA)

Quantas reações químicas estão ocorrendo na via metabólica hipotética representada abaixo?

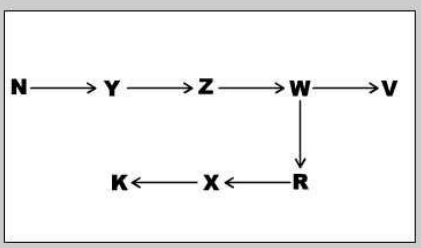


- 7
- 6
- 3
- 9
- Nenhuma das alternativas

CONCLUIR

QUESTÃO 3 (MUITO BÁSICA)

Observe os substratos e produtos representados no esquema. De acordo com o modelo é correto afirmar que:

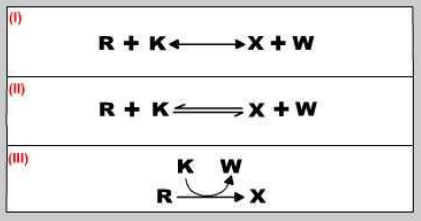


- V é substrato e produto
- N é substrato e produto
- Y, Z, W, R, X são substratos e produtos
- K e V são substratos
- Todas as alternativas anteriores estão incorretas

CONCLUIR

QUESTÃO 4 (MUITO BÁSICA)

Qual das alternativas abaixo melhor define o papel dos compostos participantes das reações químicas I, II e III?



- R e K são produtos nos esquemas I, II e III
- R é substrato e produto nos esquemas I, II e III
- X e W são substratos nos esquemas I, II e III
- X e W são produtos nos esquemas I, II e III
- Nenhuma das alternativas anteriores

CONCLUIR

QUESTÃO 5 (MUITO BÁSICA)

Os esquemas abaixo representam tipos de reações químicas. De acordo com os modelos é correto dizer que:

(a) $X-Y + H_2O \rightleftharpoons X-H + Y-OH$

(b) $2(X-OH) \longrightarrow X-O-X + H_2O$

(c) $R-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OH \longrightarrow R-H + CO_2$

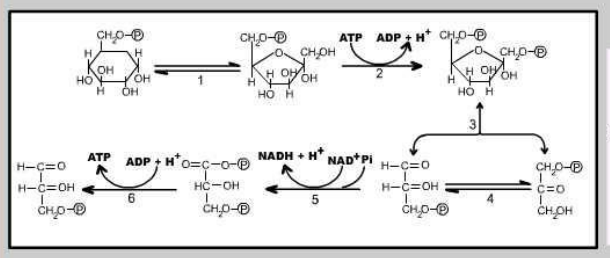
(d) $NAD^+ \rightarrow H_2O$; $NADH + H^+ \rightarrow O_2$

- Na reação (c) o CO_2 incorpora-se ao substrato formando o produto final
- Na reação (a) ocorreu a quebra do substrato e incorporação de grupamentos de H^+ e OH^- formando o produto
- Na reação (b) a adição de H_2O provocou a quebra do substrato
- Na reação (d) o NAD^+ é o composto inicial doador de elétrons à H_2O formando um composto reduzido, o NADH + H^+. A H_2O reduz-se a O_2, que é o aceptor final de elétrons.
- Todas as alternativas estão incorretas

CONCLUIR

QUESTÃO 6 (BÁSICA)

De acordo com as reações químicas apresentadas na via metabólica hipotética abaixo é correto dizer que:



Reações:

Isomerização *= Rearranjos intramoleculares*

Óxido-redução *= Tranferência de elétrons juntamente com transferência de H^+*

Fosforilação *= Transferência de grupamento fosfato (P)*

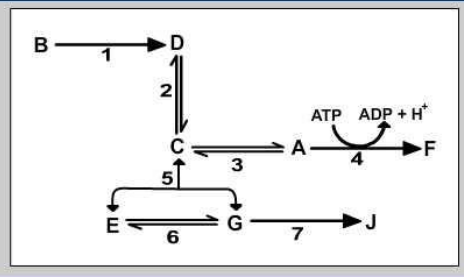
Clivagem *= Quebra de uma molécula em dois compostos*

- Na reação 3 ocorreu fosforilação
- Na reação 5 ocorreu isomerização
- Nas reações 2 e 6 ocorreu óxido-redução
- Na reação 1 ocorreu clivagem e na reação 4 ocorreu fosforilação
- Todas as alternativas anteriores estão incorretas

CONCLUIR

QUESTÃO 7 (BÁSICA)

Observe os substratos e produtos da via metabólica hipotética abaixo e marque a opção correta:

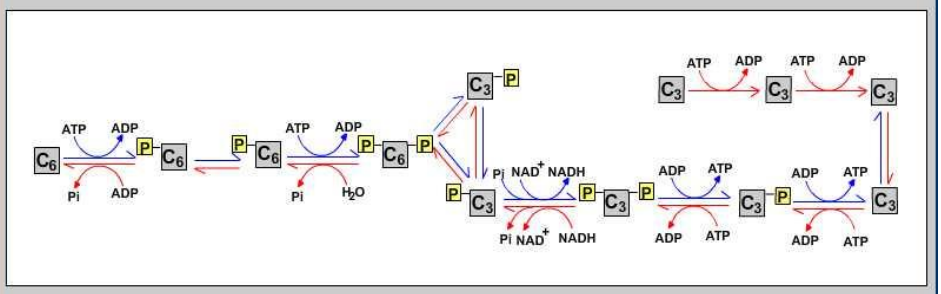


- Somente J é produto final da via
- F, J, ADP + H^+ são produtos finais da via
- Somente E, F e J são produtos finais da via
- Somente F e J são produtos finais da via
- Todas as alternativas anteriores estão incorretas

CONCLUIR

QUESTÃO 8 (DIFÍCIL)

O esquema representa vias antagônicas de síntese e degradação. De acordo com as representações é correto afirmar que são gastos:

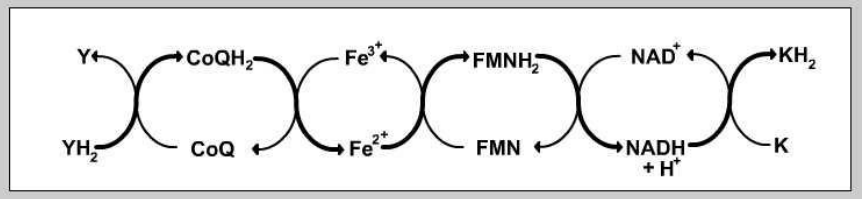


- 0 ATPs na degradação e 4 ATPs na síntese
- 4 ATPs na degradação e 2 ATPs na síntese
- 2 ATPs na degradação e 4 ATPs na síntese
- 2 ATPs na degradação e 0 ATPs na síntese
- Todas as alternativas acima estão incorretas

CONCLUIR

QUESTÃO 9 (MÉDIA)

O modelo representa reações sequenciais de uma via do metabolismo oxidativo. Qual o caminho percorrido pelos elétrons do composto inicial que sofre oxidação até o composto final reduzido?

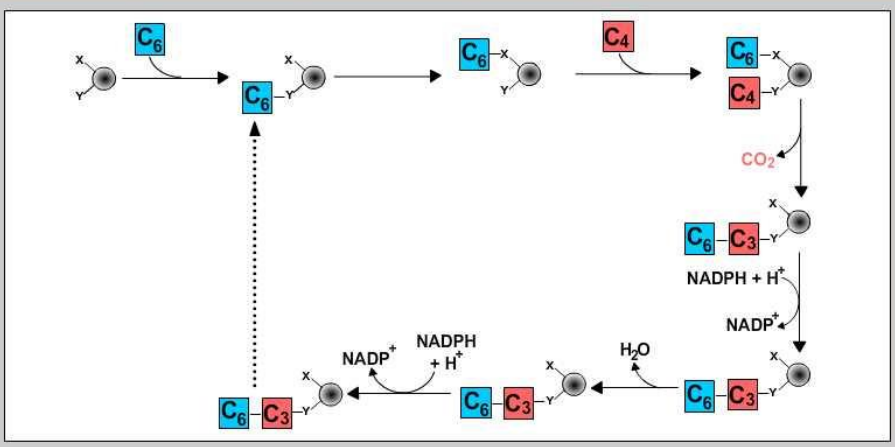


- K, NAD^+, FMN, Fe^{3+}, CoQ, Y
- Y, CoQ, Fe^{3+}, FMN, NAD^+, K
- YH_2, CoQ, Fe^{2+}, FMN, NADH + H^+, K
- YH_2, $CoQH_2$, Fe^{2+}, $FMNH_2$, NADH + H^+, KH_2
- Todas as alternativas anteriores estão incorretas

CONCLUIR

QUESTÃO 10 (MÉDIA)

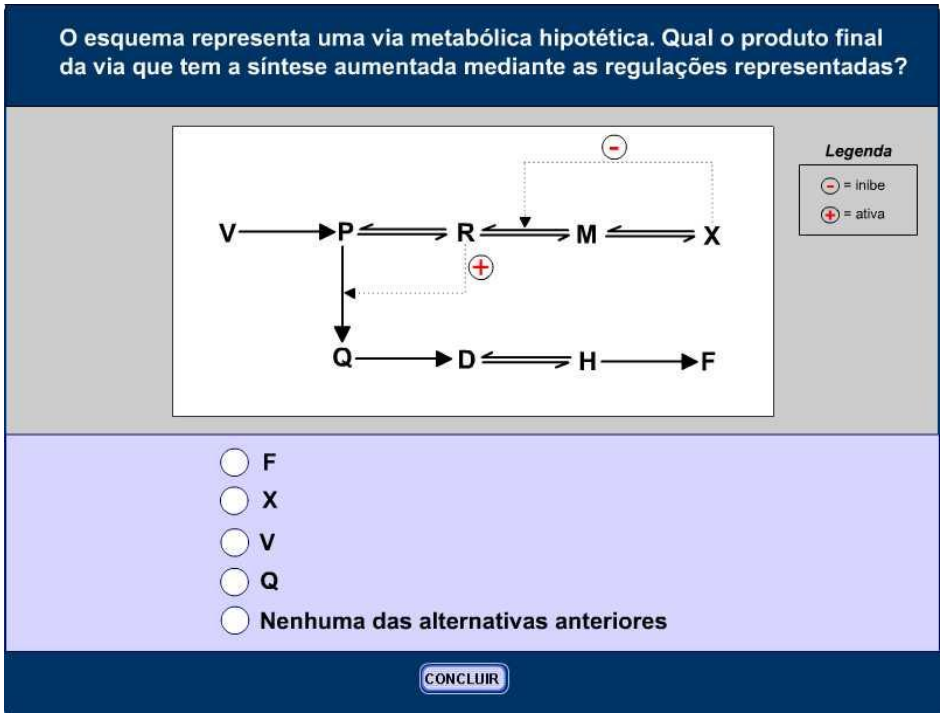
O esquema hipotético representa uma via metabólica de biossíntese. Após 4 voltas do ciclo, quantos carbonos terá a molécula formada?



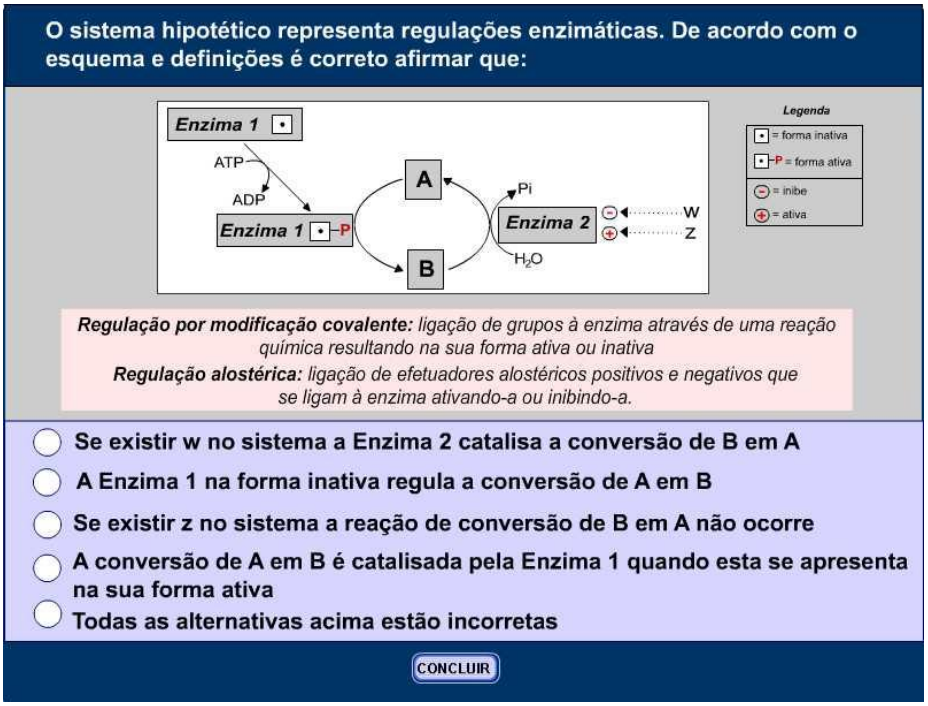
- 9 C
- 18 C
- 21 C
- 36 C
- Nenhuma das alternativas

CONCLUIR

QUESTÃO 11 (BÁSICA)



QUESTÃO 12 (MÉDIA)



ANEXO 3

PLANO DE ENSINO

INSTITUTO: Instituto de Ciências da Saúde
CURSO: Nutrição
SÉRIE: 3º Semestre
TURNO: Diurno/Noturno
DISCIPLINA: Bioquímica
CARGA HORÁRIA SEMANAL: 02 horas/aula (carga horária total: 40 horas)
VALIDADE: 2009 (grade 2008 a 2011)

I - EMENTA

A disciplina fornecerá subsídios para o reconhecimento e compreensão da importância biológica dos carboidratos e lipídios. O aluno deverá reconhecer o funcionamento metabólico normal e seus possíveis distúrbios, além de identificar o processo de regulação metabólica do organismo, suas correlações e importância.

II - OBJETIVOS GERAIS

A disciplina visa fornecer conhecimentos a respeito da estrutura química das biomoléculas e do metabolismo celular, bem como fornecer ao aluno conhecimentos fundamentais sobre os mecanismos bioquímicos que explicam o funcionamento e do organismo humano.

III - OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Levar ao aluno conhecimentos básicos relativos à estrutura, função das biomoléculas e seus metabolismos, fundamentais tanto para o seu bom desempenho nas disciplinas subseqüentes, como para sua atuação no mercado de trabalho.
Orientar os alunos para correlacionar e aplicar os conhecimentos de bioquímica em outras disciplinas e sua aplicação na sua profissão.

IV - CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Introdução à bioquímica com noções básicas sobre como estudar bioquímica (informações sobre catabolismo e anabolismo)
Carboidratos- estrutura química, com ênfase nas estruturas propostas por Hawarth, digestão, absorção e transporte de carboidratos
Noções de bioenergética como introdutório para Cadeia Respiratória e Ciclo de Krebs. Glicólise aeróbica e anaeróbica
Metabolismo do Glicogênio (glicogênese e glicogenólise) e sua função na regulação da glicemia, e diferenciar glicogenólise hepática e muscular. Gliconeogênese (incluindo Ciclo de Cori), fornecer ao longo do curso informações sobre outros substratos que podem ser convertidos em glicose pela gliconeogênese.

- Via das Pentoses, fornecer produtos formados (Pentoses e NADPH) , suas funções metabólicas e explicar sobre a deficiências de G6PD e sua relação com anemia hemolítica
- Regulação hormonal da glicemia, vias hiperglicemiantes e vias hipoglicemiantes,

Lípidios – estrutura, classificação, propriedades, digestão e absorção
Ácidos Graxos essenciais e suas aplicações clínicas (processos inflamatórios, envelhecimento, metabolismo lipídico, feridas, neoplasias, obesidade, depressão)
Transporte de lipídeos, lipoproteínas, suas funções e disfunções, relação LDL/HDL, e relacionar estes dados com aterosclerose
Metabolismo do Colesterol (síntese, degradação e excreção), relacionar com pedra de vesícula e aterosclerose.
Degradação de Ácidos graxos e Triacilglicerol
Síntese de Ácidos graxos e Triacilglicerol
Cetogênese e Cetólise
Regulação hormonal da Lipemia
Diabetes (sua relação com alterações do metabolismo energético)

V - ESTRATÉGIA DE TRABALHO

Aulas expositivas com recursos áudio visuais sobre os temas abordados e estudos dirigidos para a fixação do conteúdo.

VI - AVALIAÇÃO

- Provas bimestrais
- Estudos dirigidos

VII - BIBLIOGRAFIA BÁSICA

CAMPBELL, M. K. **Bioquímica**. Porto Alegre: Artmed, 2001.
MARZZOCO, A. **Bioquímica básica**. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1999.
PARADA, C. F. **Bioquímica básica.** SP: MNP, 2002.

VIII - BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

CHAMPE, P. C. & HARVEY, R.A. **Bioquímica ilustrada**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
LEHNINGER, A. L. **Princípios de bioquímica**. São Paulo : Sarvier, 1995.
STRYER, L. **Bioquímica**. Rio de Janeiro : Guanabara-Koogan, 1996.
TITO & CANTO. **Química na abordagem do cotidiano.** São Paulo: Moderna, 1996.
VOET, D.& VOET J. G. **Bioquímica**. São Paulo: Artmed, 2006.
UCKO, D. A. **Química para a ciência da saúde: uma introdução à química geral, orgânica e biológica.** São Paulo: Manole, 1992.

IX- CRONOGRAMA DAS ATIVIDADES SEMANAIS

Semana	Assunto
1	Apresentação do cronograma de aulas e da bibliografia básica e complementar; Introdução à Bioquímica da Nutrição.
2	Noções básicas sobre catabolismo e anabolismo.
3	Estrutura, digestão, absorção e transporte de Carboidratos
4	Bioenergética e fosforilação oxidativa
5	Glicólise aeróbica e anaeróbica
6	Ciclo de Krebs
7	Metabolismo do glicogênio (incluindo regulação hormonal da glicemia, glicogenólise hepática e muscular)
8	Gliconeogênese e Via das Pentoses (anemia hemolítica)
9	Catabolismo, Anabolismo, Metabolismo de Carboidratos e correlações clínicas, Bioenergética e fosforilação oxidativa
10	Prova Bimestral I
11	Estrutura, classificação, propriedades, digestão, absorção e correlações clínicas de lipídeos
12	Transporte, funções e correlações clínicas de lipídeos e lipoproteínas
13	Metabolismo do colesterol e correlações clínicas (parte I)
14	Metabolismo do colesterol e correlações clínicas (parte II)
15	Síntese e degradação de ácidos graxos e correlações clínicas
16	Síntese e degradação de triacilgliceróis e correlações clínicas
17	Regulação hormonal da Lipemia
18	Diabetes e obesidade
19	Diabetes e obesidade
20	Prova Bimestral II

SÚMULA CURRICULAR

DADOS PESSOAIS

Nome: Andreza Costa Scatigno

Local e data de nascimento: São Paulo – SP, 11 de abril de 1976

EDUCAÇÃO

EEPSG “Oswaldo Aranha”, São Paulo – SP, 1993.

Universidade Estadual Paulista, Araraquara – SP, 1998. Bacharel em Química e em Química Tecnológica.

Universidade Estadual Paulista, Araraquara – SP, 2002. Mestre em Biotecnologia

OCUPAÇÃO

Professora Adjunto I, Universidade Paulista, 2006 até o presente

Professora Assistente II, Veris Faculdades, 2006 até o presente

PUBLICAÇÕES (ARTIGOS COMPLETOS E RESUMOS EM CONGRESSOS)

Artigos Científicos Publicados

- ✓ S. S. Garrido, A. C. Scatigno, Trovatti, E., Carvalho, D.C., R. Marchetto, “Probing the binding of the coumarin drugs using peptide fragments of DNA gyrase B protein”, Journal of Peptide Research, 2005.

- ✓ A. C. Scatigno, S. S. Garrido, R. Marchetto, “A 4.2-kDa Synthetic Peptide as Potential Probe to Evaluate the Antibacterial Activity of Coumarin Drugs”, Journal of Peptide Science, v.10, n.9, p.566-577, 2004.

- ✓ R. Marchetto, A. C. Scatigno, S. S. Garrido, “Peptide mimics of subunit B of DNA-gyrase in interactions studies with coumarin drugs”, Peptides 2002, v.1, p.556-557, 2003.

Resumos em Congresso

- ✓ Scatigno, A.C., Inventário dos resíduos químicos gerados pelos laboratórios de ensino e pesquisa da UNOESC - Campus Videira, III Seminário de Iniciação Científica da UNOESC, 2005, Joaçaba – SC.

- ✓ Scatigno, A.C., Brandalise, R., Gerenciamento de resíduos químicos nos laboratórios de ensino e pesquisa da UNOESC - Campus Videira, II Seminário de Iniciação Científica da UNOESC, 2004, Xanxerê – SC.

- ✓ Scatigno, A.C., Locatelli, G.O., Implementação do Gerenciamento de resíduos químicos dos laboratórios de ensino e pesquisa da UNOESC - Campus Videira. I Seminário de Iniciação Científica da UNOESC, 2003, São Miguel do Oeste – SC.

- ✓ Scatigno, A.C., Garrido, S.S., Marchetto, R., Interaction studies of peptide mimics of subunit B of Escherichia coli DNA gyrase with coumarin drugs, XXXI Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular, 2002, Caxambu-MG.

- ✓ Scatigno, A.C., Garrido, S.S., Marchetto, R., The interaction of coumarin antibiotics with peptide mimics of subunit B of *Escherichia coli* DNA gyrase. XXX Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular, 2001, Caxambu – MG.

- ✓ Scatigno, A.C., Marchetto, D.M., Marchetto, R., Peptide mimics of DNA gyrase as models for studying interactions between antibacterial, DNA e enzymes, XXIX Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular, 2000, Caxambu – MG.

- ✓ Scatigno, A.C., Sigoli, F.A., Davolos, M.R., Nardo, R.C.G.F., Preparação de dispositivos luminescentes através da impregnação do complexo [Cu(n^2-BH_4)(dppe)] em sílicas porosas. XXII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 1999, Poços de Caldas – MG.

- ✓ Scatigno, A.C., Nardo, R.C.G.F., Davolos, M.R., Sigoli, F.A., Luminescência do complexo [Cu(n^2-BH_4)(dppe)], livre e impregnado em sílica porosa, XXI Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 1998, Poços de Caldas – MG.

- ✓ Scatigno, A.C., Davolos, M.R., Nardo, R.C.G.F., Estudo da luminescência do complexo [Cu(n^2-BH_4)(dppe)], livre e impregnado em sílica porosa, X Congresso de iniciação científica da UNESP, 1998, Rio Claro – SP.

- ✓ Scatigno, A.C., Davolos, M.R., Nardo, R.C.G.F., Na busca de um método alternativo de preparação de dispositivos luminescentes, IX Congresso de iniciação científica da UNESP, 1997, Ilha Solteira – SP.

<u>Atividades de Coordenação</u>

✓ Coordenadora do Curso de Graduação de Biotecnologia Industrial da UNOESC – Campus Videira, de julho de 2005 a fevereiro de 2006

✓ Coordenadora da Pós Graduação em Impacto Ambiental e Biodiversidade da UNOESC – Campus Videira, de fevereiro de 2005 a fevereiro de 2006

- ✓ Supervisora dos laboratórios de química da Universidade do oeste de santa catarina – UNOESC – Campus Videira, de março de 2003 a fevereiro de 2006

- ✓ Coordenadora do projeto permanente: “Gerenciamento de resíduos químicos nos laboratórios de ensino e pesquisa da UNOESC - Campus Videira”, no período de junho de 2003 a fevereiro de 2006, orientando aluno de iniciação científico. Apoio financeiro: FUNCITEC/UNOESC.